

Aus dem veterinär-anatomischen Institut der Universität Zürich  
Direktor: Prof. Dr. E. Seiferle

---

Arbeit unter der Leitung von P. D. Dr. H. Höfliger

**Das grobe Bindegewebsgerüst  
in der Lunge einiger Haussäuger**  
(Rind, Schwein, Pferd, Ziege, Schaf, Hund und Katze)  
**mit besonderer Berücksichtigung der  
Begrenzung des Lungenläppchens**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde  
der veterinär-medizinischen Fakultät  
der Universität Zürich

vorgelegt von

ISIDOR BÜRGI

Tierarzt

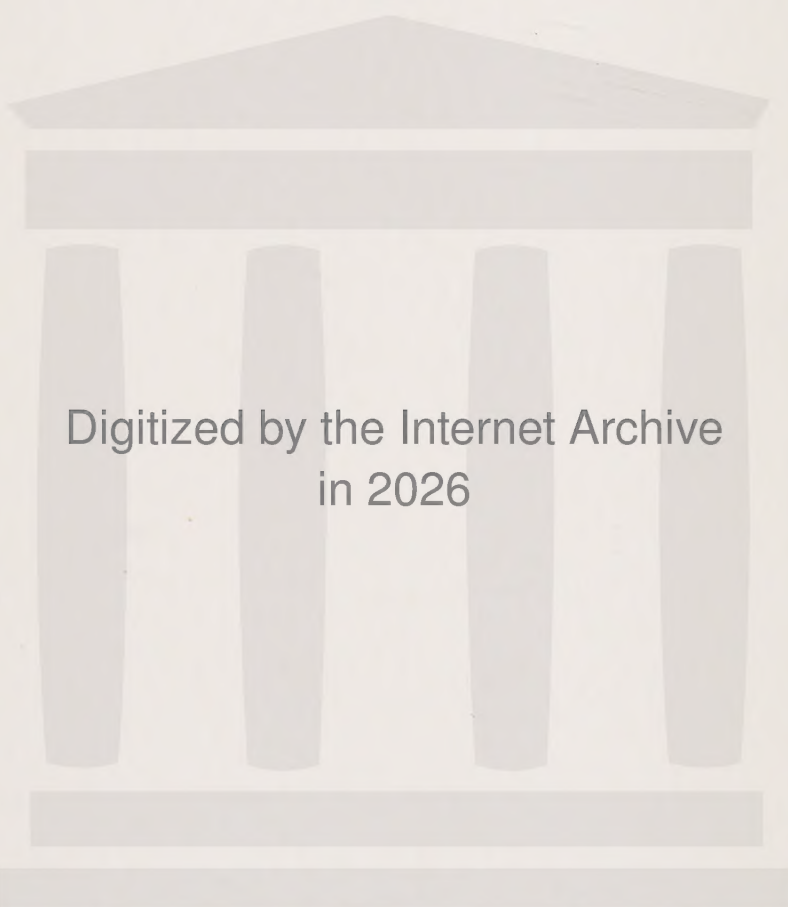
von Zeihen (Aargau)  
in Heiden (App. A.-Rh.)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. E. Seiferle

Zürich 1953

---

Buch- und Kunstdruckerei A. Fricker, Frick



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

Aus dem veterinär-anatomischen Institut der Universität Zürich  
Direktor: Prof. Dr. E. Seiferle

---

Arbeit unter der Leitung von P. D. Dr. H. Höfliger

**Das grobe Bindegewebsgerüst  
in der Lunge einiger Haussäuger**  
(Rind, Schwein, Pferd, Ziege, Schaf, Hund und Katze)  
**mit besonderer Berücksichtigung der  
Begrenzung des Lungenläppchens**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde  
der veterinär-medizinischen Fakultät  
der Universität Zürich

vorgelegt von

ISIDOR BÜRGI

Tierarzt

von Zeihen (Aargau)  
in Heiden (App. A.-Rh.)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. E. Seiferle

Zürich 1953

---

Buch- und Kunstdruckerei A. Fricker, Frick



*Meinen lieben Eltern*



# INHALTSÜBERSICHT

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| A. Einleitung . . . . .                                                      | 7  |
| B. Literaturübersicht . . . . .                                              | 9  |
| C. Allgemeines zum Bau der Säugetierlunge . . . . .                          | 17 |
| D. Eigene Untersuchungen . . . . .                                           | 20 |
| a) Material und Technik . . . . .                                            | 20 |
| b) Allgemeines über Oberflächenzeichnung und Lobulierung der Lunge . . . . . | 21 |
| c) Befunde bei einzelnen Haussäugetieren . . . . .                           | 22 |
| 1. Rind . . . . .                                                            | 22 |
| 2. Schwein . . . . .                                                         | 29 |
| 3. Pferd . . . . .                                                           | 32 |
| 4. Ziege . . . . .                                                           | 38 |
| 5. Schaf . . . . .                                                           | 42 |
| 6. Fleischfresser . . . . .                                                  | 45 |
| E. Diskussion der Befunde . . . . .                                          | 47 |
| F. Zusammenfassung . . . . .                                                 | 54 |
| Literaturverzeichnis . . . . .                                               | 56 |



## A. Einleitung

Die Lungen der Säugetiere unterscheiden sich ausser in der Zahl, Form und Abgrenzung der Lappen (Lobi) insbesondere durch das Vorkommen oder Fehlen einer Läppchenzeichnung (Lobulierung) auf der Oberfläche und im Schnitt. Dieses Merkmal ist so auffällig und variiert bei den einzelnen Haussäugetern so stark, dass es neben der Lappung zur tierartigen Unterscheidung herangezogen wird. Umso mehr ist man überrascht, dass das morphologische Substrat dieser Läppchenzeichnung bis heute keine eingehendere, systematische Bearbeitung erfahren hat. Man möchte sagen, die grosse Zahl der Probleme, die Entwicklung, Bau und Funktion der Lungenalveole stellten, habe zu einer Vernachlässigung jener Strukturen der Lunge geführt, die an der Grenze vom Mikroskopischen zum Makroskopischen liegen. In den Lehr- und Handbüchern der makro- und mikroskopischen Anatomie des Menschen und der Haussäugetiere wird die Läppchenzeichnung in der Lunge des Menschen z. T. eingehend beschrieben und dabei auf die viel deutlichere Lobulierung beim Rind und etwa auf diejenige beim Schwein hingewiesen. Dagegen fehlen eingehendere Angaben über jene Lungen, wo eine Zeichnung der Lungenoberfläche entweder undeutlich ist oder sogar überhaupt fehlt.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit besteht also darin, die diese mehr oder weniger deutliche Lobulierung bedingenden Strukturen in der Lunge einiger Haussäuger (Rind, Schwein, Pferd, Ziege, Schaf und Fleischfresser) einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen und den ganzen Fragenkomplex nach der vergleichend-anatomischen und funktionellen Seite hin zu beleuchten.



## B. Literaturübersicht

Die Vorstellung vom *Läppchenbau der Lunge* geht auf *Kölliker*, 1852, zurück, der ihre Entwicklung mit derjenigen exokriner Drüsen verglich. Indessen hatte bereits *Rossignol*, 1847, mit seiner klassischen Arbeit «*Recherches sur la structure intime du poumon de l'homme et des principaux mammifères*» die elementaren Grundlagen dazu geschaffen und ein Bild vom Aufbau der Lunge vermittelt, das in den wesentlichen Zügen bis heute seine Gültigkeit bewahrt hat. Ausgehend von der Erkenntnis, dass die Säugetierlunge die Vereinigung einer grossen Zahl gleichartiger *Läppchen* darstellt, die an den Bronchialbaum angehängt sind, suchte *Rossignol* die Struktur dieser Lobuli genauer abzuklären. Die in das sehr mannigfach gestaltete Läppchen eintretende «*Bronche lobulaire*» gibt nach allen Richtungen Aeste ab, die sich in Zweige erster, zweiter, dritter, in extremen Fällen sogar bis fünfzehnter Ordnung auflösen; zumeist stellen die Endzweige solche vierter und fünfter Ordnung dar. An den Aesten der zwei, manchmal drei letzten Ordnungen treten, im Anfang wenig zahlreich und zerstreut, kleine Hohlräume, Alveolen, auf, die immer näher zu liegen kommen und schliesslich die ganze Oberfläche der bronchalen Aufzweigungen einnehmen. Wie *Müller*, 1907, treffend bemerkt, handelt es sich hier um die später als Bronchuli respiratorii und Ductus alveolares bezeichneten Gebilde des Alveolarbaumes. Den Ductus alveolares sind schliesslich seitlich und terminal Säckchen von der Form eines abgestumpften Kegels, die Infundibula, angegliedert. Diese vergleicht *Kölliker* l. c. mit den kleinsten Läppchen traubenförmiger Drüsen. *Rossignol* selber unterscheidet innerhalb des Lungenläppchens (lobule pulmonaire) deutlich abgegrenzte Parenchymbezirke, die er als «une sorte de petit lobule contenu dans le premier» bezeichnet. Das ist das «primäre Lungenläppchen», «Primärläppchen» oder «Azinus». Diese im Lungenlobulus enthaltene kleinere Einheit umfasst den Parenchymbereich eines Bronchulus respiratorius. Ueber die Elemente des Lungenazinus und deren Benennung wogte lange Zeit ein recht lebhafter Streit hin und her, der durch die Namen: *Rossignol*, *Kölliker*, *Henle*, *Miller*, *Justesen*, *Waters*, *Schulze* u. a. gekennzeichnet ist, aber in diesem Zusammenhange nicht weiter interessiert.

Ausser bei *Rossignol* l. c. findet sich der Begriff des Lungenläppchens bei *Waters*, 1860, *Henle*, 1866, *Schulze*, 1871, und *Rindfleisch*, 1878. Letzterer beschreibt am Beispiel eines Korrosionspräparates einen Lungenlobulus des Menschen recht anschaulich. Nach ihm erzeugt der ins Läppchen eintretende Bronchus durch 6malige Bifurkation 7 kleinere Bronchuli, die an ihrer Spitze in je zwei sehr kurze Aeste kleinsten Kalibers übergehen. Die kleinsten Bronchuli öffnen sich direkt in eine Gruppe von 3—5 baumförmig verästelten Alveolargängen. Nach *Rindfleisch* bilden

diese in ihrer Zusammenfügung das Aequivalent des Azinus einer anderen azinösen Drüse und müssen als Lungenazini bezeichnet werden. Der Lungenazinus ist, was die Grössenverhältnisse betrifft, eine weit konstantere Einheit der Lungenstruktur als der Lungenlobulus. Zwei von ihnen genügen bereits, um einen kleinsten Lungenlobulus zu bilden. Es gibt aber Lobuli, die von 14—20—30 Azini gebildet sind. Der Lobulus ist nach *Rindfleisch* ein in pathologischer Beziehung vielleicht wichtigeres Strukturelement als der Azinus, weil er durch die Verlaufs- und Verästelungsweise der Lungengefässe und die Verteilung des interstitiellen (interlobulären) Bindegewebes bestimmt wird.

Mit dem *die einzelnen Läppchen trennenden Bindegewebe* hat sich *Sussdorf*, 1879, bei Gelegenheit einer Studie über die Lungenseuche des Rindes recht eingehend befasst, worüber anlässlich der Besprechung der Verhältnisse beim Rind eingehender berichtet werden soll. *Millers* Untersuchungen (1892, 1893 und 1900) beziehen sich auf die Begrenzungsmöglichkeit des Lungenläppchens des Menschen und insbesondere des Hundes. Er weist mit besonderem Nachdruck darauf hin, dass in der Lunge des Hundes die Aeste der Lungenvenen die Abgrenzung des Lobulus ermöglichen, indem diese interlobulär, Arterie und Bronchulus jedoch intralobulär verlaufen. *Miller* vermittelt dazu in zwei Arbeiten bereits Rekonstruktionen von Lobuli bzw. Azini. Solche stammen auch von den französischen Autoren *Laguesse* und *d'Hardiviller*, 1898. *Mayr*, 1900, sieht die Lungenläppchen des Rindes von einer verdichteten Lage elastischen Gewebes umhüllt, von welcher Ausläufer ins Innere des Läppchens hineinziehen. *Müller*, 1907, gibt einen wertvollen Ueberblick über die ältere Literatur und hebt die Verdienste *Rossignols* um die Aufklärung der Struktur des Alveolarbaumes hervor. Im übrigen betont er die Bedeutung des primären Lungenläppchens — welche Bezeichnung er derjenigen des Lungenazinus vorzieht — als anatomische Einheit, die an korrodierten Lungenausgüssen bei allen Haussäugetieren zu finden sei, wogegen die Sekundärläppchenbildung nur in der Lunge des Rindes und Schweines, nicht dagegen bei den übrigen Haustieren zu erkennen wäre. Die Arbeiten *Loeschkes* und *Hustens*, 1921, betreffen mehr die Ausdehnung des Lungenazinus und streifen nur nebenbei den Lobulus.

*Felix*, 1927, hat den Begriff des Lungenlobulus deutlicher herausgearbeitet. Er unterscheidet in jedem Lungenlappen, Lobus, einen Lappenkern und einen Lappenmantel. Beide lassen sich in eine Innen- und Aussenschicht unterteilen. In der Innenzone des Kernes stösst man auf die Verzweigung der grösseren Bronchen, der Blut- und Lymphgefässe, auf Lymphknoten, Nervengeflechte und Ganglien, sowie auf das alle Elemente verbindende und einhüllende Bindegewebe. In der Aussenschicht stellen rudimentäre Lungenläppchen eine Uebergangszone zum Lappenmantel dar. Die Lobuli der Mantelinnenschicht sind plumpe, unregelmässig vierseitige Prismen und liegen mit ihrer Längsseite parallel zur Lungenoberfläche. Die Aussenläppchen sind schlanker und stehen mit der Längsachse senkrecht zur Oberfläche. Ihre äussere Grundfläche stösst an die Pleura pulmonalis und bedingt die Läppchenzeichnung

an der Lungenoberfläche. Da die Aussenläppchen fast gleich hoch sind, so verläuft die Grenzfläche zwischen Aussen- und Innenschicht parallel zur Lungenoberfläche. An den Grenzflächen eines jeden Läppchens sind Septen ausgebildet, welche radiär vom Lappenkern zur Pleura hinziehen. Eine grössere Zahl benachbarter Lobuli schliesst sich zum Sublobus zusammen, der durch kräftigeres Bindegewebe, die intersublobären Septen, abgegrenzt wird. Letztere zerlegen den Lappenmantel in keilförmige Abschnitte, eben die Sublobi, deren Basis nach der Lappenoberfläche und deren abgestumpfte Spitze gegen den Lappenkern gerichtet ist.

In jeden Lobulus tritt, begleitet von der Art. lobularis, der Bronchulus. Den Blutabfluss besorgen Pulmonalvenenäste, die meist in der Zahl von 4—5 interlobulären Venen in regelmässigen Abständen um ein Läppchen angeordnet sind und eine Art Gefässkegel bilden. Indessen gestalten sich die Gefässverhältnisse der Lobuli je nach Form und Lage etwas verschieden. Auch in der nächstgrösseren Einheit, den Sublobi, verlaufen in den Septa intersublobaria Venae intersublobares. Die Venen und Lymphgefässe entspringen in der Pleura, durchlaufen in den Septen den Lungenmantel und vereinigen sich an der Grenze von Kern und Mantel zu grösseren Gefässstämmen.

v. Gehlen, 1940, beschreibt den Lungenazinus als morphologisches Element im Aufbau der Lunge, dem der Lobulus als nächst höhere Einheit übergeordnet ist. Wie v. Moellendorff, 1941, bemerkt, ist aber das, was v. Gehlen in Abb. 1 darstellt, kein Azinus, sondern ein Lobulus, da er beidseitig durch Septen begrenzt wird. Auch sonst werden diese beiden Begriffe miteinander vermengt und man wird weder aus den Abbildungen noch aus dem Text klug, was als Azinus und was als Lobulus zu betrachten ist. Schliesslich wird das Lungenläppchen mit dem Leberlobulus in Parallele gesetzt. Dagegen wäre nichts einzuwenden, wenn nicht Bronchulus und Arterie mit dem Pfortader- und Gallengangsystem, die Lungenvene jedoch mit der Vena centralis verglichen würde.

Ausgehend von den Darstellungen *Felix'* über den Lappen- und Läppchenbau der menschlichen Lunge, rückt v. Moellendorff, 1941 a und b, 1942, das System der Verbindungen zwischen Pleura pulmonalis und Lappenkern mehr in den Vordergrund und gelangt so zur Vorstellung zweier ineinander geschachtelter Systeme, des Gesamtspannungssystems und des Läppchenspannungssystems. Nach ihm kann der konstruktive Bau der Lunge nur unter Berücksichtigung ihres Einbaues in den Thorax und ihrer normalen Entfaltungsgrenzen verstanden werden. Die Form wird der Lunge von der Umgebung diktiert.

Die Brusthöhle ist vom Brustfell ausgekleidet, den Lungenüberzug bildet das Lungenfell. Zwischen beiden Blättern ist die Adhäsionskraft wirksam. Diese heftet die Lungenoberfläche an die Innenfläche des Pleuralraumes und zwingt sie, jeder Bewegung des Brustkorbes zu folgen. Es ist also nicht etwa die Atmungsluft, welche die Lunge aktiv entfaltet; sie ist vielmehr nur Objekt der Verschiebung. Das Lungenfell als Oberflächenschicht begünstigt Bewegungen der Lunge am Brustfell. Zugleich stellt es die Grundplatte des Gesamtspannungssystems und damit dessen einen End-

punkt dar; der andere ist durch den Hilus der Lunge repräsentiert. Beide stehen durch Interlobularsepten miteinander in Beziehung. Träger dieser Kontinuität bilden kollagen-elastische Strukturen in den Septen, sowie daselbst verlaufende Venen, in deren Wand Kollagenmäntel eingebaut sind. Ueber die Septen, Bronchen und Venen steht das Gesamtspannungssystem mit dem Hilus in Verbindung. Bei der Inspiration überträgt sich von der Pleura pulmonalis aus der Zug über die Bindegewebssepten nach dem Lappenkern und mittels der grossen Gefässe und Bronchen auf den Hilus. Die Folge ist die Entfaltung und Straffung der kollagenen Strukturen und, was ebenfalls wichtig ist, die Dehnung der elastischen Fasern. Durch letztere wird im Organ Energie gespeichert, die in der Phase der Expiration die Retraktion der Lunge unterstützt. So vollzieht sich bei Einatmung die grobe Entfaltung der Lunge, bei der Ausatmung aber das Zusammenfallen derselben.

In das Gesamtspannungssystem ist das Lappchenspannungssystem eingebaut, das sich aus den retikulinelastischen Strukturen des Atmungskammersystems zusammensetzt und die Entfaltung und Retraktion des Parenchyms eines Lappchenbezirkes zur Aufgabe hat.

Nach *v. Moellendorff* muss der Lobulus als konstruktive Einheit des Lungengewebes angesprochen werden. Er ist von benachbarten durch die Septa interlobularia getrennt und stellt die kleinste äusserlich abgrenzbare Einheit dar. Im Gegensatz dazu ist der Azinus ein Ergebnis der Ausgusstechnik und kann in der Aussenwand von angrenzenden nicht isoliert werden, weil die aneinanderstossenden Alveolen benachbarter Azini Stützgerüst und Blutkapillaren gemeinsam haben.

Mit den Lappchen und den sie begrenzenden Septa interlobularia der menschlichen Lunge beschäftigt sich eingehend *v. Hayek*, 1940 und 1952. Entgegen der von *Felix* und *v. Moellendorff* vertretenen Auffassung betont er, dass die Unterteilung eines Lappens in Lappchen sehr ungleichmässig und unvollständig ist, ja stellenweise sogar ganz fehlt. Die grosse Mehrzahl der Interlobularsepten schneidet nicht bis auf die Bronchalverzweigungen ein, so dass unter den Septa interlobularia das Lungengewebe der Lappchen zusammenhängt. Als Septum bezeichnet *v. Hayek* nur das lockere Bindegewebe zwischen den Lappchen. Er verneint das Einstrahlen von Bindegewebe aus der Pleura in die Lungensepten. Die Lappchengrenzmembran (septale und subpleurale Aussenschicht nach *v. Moellendorff*) rechnet *v. Hayek* den Lappchen zu. Er bewertet die einzelnen Lobuli als mechanisch feste Elemente der Lunge, deren Grundlage aus dem elastischen Netzwerk besteht, das vom intrapulmonalen Druck in Spannung gehalten wird. Die Bedeutung der Lappchen liegt in ihrer gegenseitigen Verschieblichkeit, die bei der geometrisch unregelmässigen Verformung des Thoraxraumes erforderlich ist. Die Lappchen und die sie trennenden Verschiebeschichten der Septa interlobularia haben für den Lappen die gleiche Bedeutung wie die Lappen und die Fissurae interlobares für die ganze Lunge. So wie durch Verschiebung der Lappen sich die Form der Lunge ändert, beeinflusst die Verschiebung der Lappchen die Form eines Lappens. Gleitgewebe oder Verschiebeschicht bilden die einzelnen

Lobuli trennenden, vornehmlich aus lockerem Bindegewebe bestehenden Septa interlobularia. Die variierende Grösse der Läppchen — an den Lungenrändern kleinere, in der Nähe des Hilus grössere — sowie deren verschieden deutliche Abgrenzung durch septales Bindegewebe bringt *v. Hayek* mit den ungleichen Formveränderungen in Zusammenhang, denen die Lunge an den einzelnen Stellen der Brusthöhle ausgesetzt ist. Die Tatsache, dass die Septa interlobularia meist nicht bis auf den Bronchus durchschneiden, lässt in dem von *v. Moellendorff* vermuteten Gesamtspannungssystem der Lunge eine wesentliche Lücke entstehen. *v. Hayek* lehnt die vom selben Autor vertretene Auffassung über die Adhäsion der Pleurablätter und ihr Einfluss auf die Spannung des Lungengewebes ab. Es ist der atmosphärische Druck, welcher einerseits auf die Aussenfläche des Thorax, anderseits durch die Trachea auf die Innenfläche der Lunge wirkt und dadurch die Lunge und die Innenfläche des Thorax aneinanderdrückt. Dadurch wird die Lunge gedehnt und in elastische Spannung versetzt. Die elastische Spannung der Lunge und die des Thorax halten einander das Gleichgewicht. Durch die Tätigkeit der Atemmuskeln wird dieses Gleichgewicht gestört, so dass die Bewegungen der Brustwand und der Lunge zustande kommen. Bei diesen Atmungsbewegungen muss die Lunge den Bewegungen des Thorax folgen.

Soviel über die Lungenläppchen und ihre gegenseitige Abgrenzung. Die Begrenzung der Lobuli nach der Pleurahöhle erfolgt durch das *Lungenfell* und darum muss dieses bei der Betrachtung des groben Bindegewebsgerüsts der Lunge miteinbezogen werden. Das betont insbesondere *v. Moellendorff* entgegen vielfacher Gewohnheit, die Pleura pulmonalis als isolierte Bildung unabhängig von der Lunge, etwa bei den serösen Höhlen, abzuhandeln.

*Linser*, 1900, befasst sich insbesondere mit dem Gehalt der Pleura an elastischem Gewebe und findet dieses besonders reichlich im Lungenfell von Reh und Hirsch und vor allem vom Pferd, wo die äussere elastische Schicht eine Dicke von 0.1 mm und darüber erreicht. Eine ziemlich starke Pleura besitzt auch das Rind; diejenige des Schweines erweist sich bedeutend dicker, als das beim Menschen der Fall ist. *Miller*, 1900 und 1907, hat die Blut- und Lymphgefässversorgung der Lungenpleura untersucht. Besonders bemerkenswert ist seine Feststellung, dass das Lungenfell des Hundes nicht von Zweigen der A. bronchialis, sondern nur von der A. pulmonalis aus versorgt wird. Bei Schaf und Pferd dagegen erfolgt die Vaskularisation durch das Bronchalarteriensystem, dessen Aeste entweder auf der Lungenoberfläche verlaufen, oder indirekt, aus der Tiefe des Lungengewebes, an die Pleura herangelangen. *Mayr* l. c. findet im Lungenfell des Rindes das elastische Gewebe als eine, die Lunge umhüllende Platte von ansehnlicher Mächtigkeit. Sie liegt der Subserosa aussen an und sendet spärliche Ausläufer in dieselbe hinein. Das der elastischen Platte peripherwärts angelagerte Gewebe entbehrt dagegen aller elastischen Elemente. *Müller* l. c. schildert allgemein die verschiedenen Schichten der Pleura, weist auf individuelle Differenzen, abhängig von Alter und Dehnungszustand der Lunge, hin und bespricht dann die tierartigen Besonderheiten. Gegenüber *Linser* l. c. betont er, dass die elastische

Schicht sich nicht an der Bildung des interlobulären Bindegewebes beteiligt, dass dieses vielmehr allein mit dem subpleuralen Bindegewebe in Verbindung tritt. Beim Rind ist das elastische Fasernetz viel dichter geflochten und die Fasern gröber als beim Pferd. Der Hund besitzt nur eine feine, von der Fläche gesehen, durchsichtigere elastische Faserschicht, und besonders zart ist die Pleura bei der Katze. Nach *Bierbauer*, 1932, erscheint die Pleura des Pferdes etwas dünner als beim Rind, beim Schwein wieder sind die Pleuraschichten etwas dicker als beim Pferd. Das Lungenfell des Schafes und der Ziege enthält nur einzelne elastische Fasern, während beim Hund der elastische Fasergehalt dem des Rindes entspricht.

Anlässlich einer Studie über die Bedeutung der *Incisurae interlobares* und der dadurch bedingten Lappenbildung an der Lunge des neugeborenen Kindes weist *Blechsmidt*, 1936, auf mechanische Zusammenhänge zwischen Bronchalbaum und *Pleurafasern* hin. Die Bronchen bilden vom Hilus aus divergierende Bündel. Dabei verlaufen sie, je näher sie an die Lungenoberfläche herankommen, desto steiler gegen dieselbe hin. Die kollagenen *Pleurafasern* sind in rechtwinkligen Maschen angeordnet und verlaufen, je näher sie an die Kanten bzw. an die Haftstelle des Lig. pulmonale herankommen, desto steiler gegen diese Ränder hin. Die Spaltlinien der Pleura gehen also vom Hilus aus radiär an die Peripherie, so dass die Faserüberschneidungen von Bronchen einerseits und kollagenen *Pleurafasern* anderseits in ihrer Wirkung mit den Zugspeichen an einem Fahrrad verglichen werden können.

Ueber *Schichtung und Verlaufsrichtung* der elastischen *Fasern* in der menschlichen *Pleura* orientieren Untersuchungen von *Hass*, 1938. Danach lassen sich von der Lungenoberfläche präparatorisch drei verschiedene Schichten ablösen. Die oberflächliche Lage erscheint als ganz feines, durchsichtiges Häutchen, das elastische Fasern entweder vermissen lässt oder solche nur an dickeren Stellen, etwa am Hilus, enthält. Die derbe, leicht abpräparierbare Mittelschicht besteht aus starken elastischen Netzen mit runden Maschen und kleineren oder grösseren elastischen Membranen. Schwieriger lässt sich die dritte Schicht isolieren. Sie besitzt gegen die Alveolen hin ein wabenartiges Aussehen und steht durch starke Fasern mit dem intrapulmonalen elastischen Gewebe in fester Verbindung. Auch nach *v. Hayek* l. c. lässt sich das Lungenfell in Schichten von der Unterlage ablösen und zwar als oberflächliche aus vorwiegend kollagenen Fasern und als tiefere, stärkere, im wesentlichen aus einem starken elastischen Netz bestehend. Dass *v. Moellendorff* l. c. die *Pleura pulmonalis* als Grundplatte des sog. Gesamtspannungssystems in engster Beziehung zur Lunge gerechnet wissen will, wurde schon früher erwähnt. Er beschreibt folgende charakteristische Schichtung: 1. Das Epithel, 2. eine feinfaserige subepitheliale Schicht, 3. ein dickfaseriges elastisches Netz, 4. eine sehr derbfaserige kollagene Schicht mit nach einwärts strebenden elastischen Netzen, 5. ein feinfaseriges elastisches Netz, welches ausgiebig mit den intralobulären Netzen in Verbindung steht. Die Befunde *Ammanns*, 1939, sollen bei der Besprechung der Lunge des Rindes und Pferdes eingehender erwähnt werden.

Im Zusammenhang mit der Lungenpleura und dem die Lungenläppchen begrenzenden interlobulären Bindegewebe (Septen) soll hier auf ein Gewebeelement hingewiesen werden, dessen Vorkommen bis in die Jetztzeit hinein einen der umstrittensten Punkte in der Lungenhistologie darstellt, die *glatte Muskulatur*. *Heidenhain* (zit. nach *Heiss*, 1936) hat in der Lunge des Menschen Unmassen glatter Muskulatur gefunden, wo sie nicht vermutet wurde. Mittels der Heidenhainschen Färbung hat dann *Baltisberger*, 1921, die Verhältnisse in der menschlichen Lunge noch eingehender untersucht. Freilich beziehen sich seine Angaben nur auf eine einzige Lunge und seine Ergebnisse wurden von Klinikern stark verallgemeinert. *Baltisberger* also beschreibt sowohl in den interlobulären Septen als auch in der Pleura Muskelblätter und -plexus in grosser Zahl als normale Erscheinung. Nach *v. Moellendorff* l. c. kommt glatte Muskulatur vornehmlich in Begleitung von Lymphgefässen da vor, wo Blut- und Lymphgefässe aus der Pleura in die Tiefe führen. Neuestens wurde das Problem wiederum von *Behrens*, 1950, aufgegriffen und zwar anhand eines Untersuchungsgutes von 13 menschlichen Lungen. Von diesen zeigte eine *einzig*e starke pleuropulmonale Muskulatur. Sie war aber nicht gleichmässig diffus über das Organ verteilt. In derselben Lunge wechselten muskelhaltige und muskelfreie Partien miteinander ab, ohne dass es möglich war, irgend eine gesetzmässige Anordnung zu erkennen. Bei den Haussäugern kommt nach *Sussdorf*, 1911, in der Pulmonalpleura kein Muskelgewebe vor, abgesehen vom Meerschweinchen. Unter dem Eindruck der Befunde *Baltisbergers* l. c. und mit derselben Technik hat *Dutschmann*, 1922, die Lunge von Haussäugern untersucht. Er sah glatte Muskulatur in der Pleura pulmonalis bündelweise in zwei Schichten angeordnet und in Form von Muskelblättern im interlobulären Bindegewebe.

Ausser glatter Muskulatur finden sich im groben Lungeninterstitium und in der Pleura der Haustiere aber auch *Fettzellen* eingestreut. Bei der Untersuchung von gemästeten, hochgezüchteten Schweinen konnte *Bugge*, 1931, bei 30—50% gesunder Tiere Fettablagerungen im subserösen Gewebe der Lungenpleura aber auch in Lungensepten feststellen. Die 0.1—3.0 mm breiten Züge von Fettzellenanhäufungen heben sich mit ihrer milchigweissen trüben Farbe von dem entbluteten, blassrosaroten Lungengewebe wenig ab. In extremen Fällen können ein oder mehrere benachbarte Lobuli mit einer ungleichmässigen, noch durchscheinenden Schicht überzogen sein. Ausser bei jüngeren und älteren Schlachtschweinen beobachtete *Bugge* aber auch bei jungen Ochsen und Rindern in den Septen entlang dem hinteren Rande des Hauptlappens Ablagerungen von feinen Fettgewebszügen. Ähnliches konnte bei Mastkälbern im Alter von 6—12 Wochen festgestellt werden. Aber auch bei Schafen und Ziegen und ebenso bei auch nur mässig genährten Pferden fehlten solche Fettzellenanhäufungen nicht. Es handelt sich da zweifellos um normale Speicherung von Fettgewebe bei reichlicher Ernährung.

Die Begrenzung von Parenchymbezirken, z. B. Läppchen, erfolgt ausser durch allseitig abschliessende Septen etwa auch nur durch *Gefässe* mit dem sie begleitenden

und stützenden Bindegewebe. Beide Möglichkeiten mit allen Uebergängen sehen wir in der Leber der Säugetiere verwirklicht. Im Falle des Hausschweines ist der Leberlobulus allseitig durch Bindegewebe von benachbarten deutlich isoliert. Bei der Ziege jedoch werden die Läppchengrenzen nur mehr durch die an den Kanten verlaufenden Gefässe mit dem sie begleitenden spärlichen Bindegewebe markiert. Aehnlich verhält es sich bei der Lunge der Haussäuger. In Fällen, wo das gröbere Bindegewebsgerüst stärker zurücktritt, bleiben auch da nur noch Gefässe für eine Läppchenbegrenzung übrig. Darauf hat *Miller*, 1892, 1893 und 1900, beim Hund anhand von Abbildungen und Rekonstruktionen hingewiesen. Bronchulus und Arterie verlaufen daselbst im Innern des Läppchens, intralobulär, während die Aeste der Lungenvenen zwischen den Läppchen, also interlobulär, gelegen sind. Dieses, beispielsweise für den Menschen und den Hund typische Verhalten der Venen zum Lungenläppchen, das übrigens *Küttner* bereits 1878 beschrieben hat, ist in der Folge als allgemein gültig in die Lehr- und Handbücher der mikroskopischen Anatomie übergegangen. Neuerdings haben jedoch *Linell* und *Löfgren*, 1940, an einem vergleichend-anatomisch sehr verschiedenartig zusammengesetzten Material (Mensch, Hund, Katze, Kaninchen, Schwein, Schaf, Ziege, Seehund und Brautfisch) zeigen können, dass die Beziehung der Gefässe zum Lobulus keineswegs gleichartig, sondern recht verschieden ist. Mit Ausnahme von Seehund und Brautfisch fanden sie die Gefässstopographie des Lungenläppchens mit der klassischen Beschreibung *Millers* übereinstimmend. Beim Seehund war neben dem bekannten noch ein zweiter Lobulustyp vorhanden, wo Bronchus (besser wohl Bronchulus), Arterie und Vene zusammen in der Achse des Läppchens verliefen und peripher Venen vorhanden waren oder fehlten. Bei *Phocaena* zeigte sich dagegen ein ganz neuer Lobulustyp, indem die Bronchuli stets allein und axial dahin zogen, während Arterien und Venen dicht nebeneinander und peripher am Lobulus sich fanden. Bemerkenswert sind Befunde der Autoren bezüglich der Gefässstopographie im Lungenlobulus des Schweines. In dem durch äusserst dünne und feine bindegewebige Septen in unregelmässig kleine Felder aufgetheilten Lungenparenchym verlaufen die Bronchuli und ihre Verzweigungen, stets von Arterien begleitet, im Innern des Läppchens. Frei und alternierend liegen jedoch Venen dazwischen. Da in einem von Septen umrahmten Felde eine ganze Anzahl von Bronchuli zu sehen sind, nach *Miller* aber nur ein einziger Bronchulus zum Lobulus zieht, so wollen die beiden Autoren die Septen nicht als Begrenzung von Läppchen gelten lassen, sondern sprechen Venenäste als Lobulusgrenzen an, die dann je *einen* Bronchulus mit Arterie umschliessen.

Im Verlaufe der nachfolgenden Ausführungen wird es notwendig sein, auf einzelne der erwähnten Arbeiten noch genauer zurückzukommen.

## C. Allgemeines zum Bau der Säugetierlunge

Dieser Abschnitt soll eine Zusammenfassung unserer Kenntnisse über die Makro- und Mikrostruktur der Säugerlunge vermitteln, soweit sich das für die Behandlung des vorliegenden Themas notwendig erweist. Das scheint keineswegs überflüssig, da, wie aus der Literaturbesprechung hervorgeht, einzelne Begriffe recht verschiedene Deutung erfahren haben. Ich erinnere in diesem Zusammenhang lediglich an die Bezeichnung «Azinus».

Die Lunge besteht aus zwei durch die Stammbronchen miteinander in Verbindung stehenden, je in einer besonderen serösen Höhle liegenden Hälften. Sie stehen beim Pferd kaudal vom Eintritt der Stammbronchen in einem handflächengrossen Felde miteinander in Verbindung; beim Rind erweisen sie sich daselbst beiderseits mit dem Mediastinum verlötet, und bei den übrigen Haussäufern sind sie völlig unabhängig voneinander. Die Lungen füllen den von den übrigen in der Brusthöhle gelegenen Organen freigelassenen Raum vollständig aus. Wo Bronchen, Gefässe und Nerven in die Lunge eintreten, diese also frei vom Pleuraüberzug ist, spricht man vom Lungenhilus (Hilus pulmonum). Alle diese Stämme bilden die Lungenwurzel (Radix pulmonum). Die Lungen sind gleichmässig weiche, schwammige, unter Druck knisternde, elastische Organe. Je nach Luft- und Blutgehalt wechselt ihre Farbe von blassrot bis dunkelblaurot. Das Gewicht ist zufolge des grossen Luftgehaltes relativ gering, beim Pferd beispielsweise 4 (ausgeblutet) bis 6 (nicht entblutet) Kilogramm (*Martin*). Jede Lungenhälfte weist auf: eine an die Rippenwand grenzende Facies costalis, eine ans Mediastinum stossende Facies mediastinalis und eine das Zwerchfell berührende Facies diaphragmatica; ferner eine in die vordere Brustapertur ragende Spitze, Apex pulmonis; einen stumpfen dorsalen, Margo obtusus, einen scharfen ventrolateralen, Margo acutus, und einen mediastinalen Rand, Margo mediastinalis.

Durch mehr oder weniger tief einschneidende Spalten, Incisurae interlobares wird jeder Lungenflügel in mehrere *Lappen*, *Lobi*, unterteilt. Sieht man von den besonderen, später noch zu erörternden Verhältnissen bei Pferd und Wiederkäuer ab, zerfällt die rechte Lunge in vier, die linke in drei Lappen, nämlich in den Spitzen-, Lobus apicalis, den Herz-, Lobus cardiacus, und in den Zwerchfellappen, Lobus diaphragmaticus; dazu tritt rechterseits der Anhangslappen, Lobus intermedius, der mit dem Zwerchfellappen in Verbindung steht und sich in den Raum zwischen Mediastinum und Hohlvenengekröse einschiebt. Die Aufgabe der Lappen besteht nach *Bleichschmidt* l. c. darin, ihre gleichmässige Volumänderung durch Lageverschiebungen in eine ungleichmässige Gestaltsänderung der ganzen Lunge zu verwandeln.

Abgesehen vom Lungenhilus ist die ganze Organoberfläche von einer teils dünnen, klaren und durchsichtigen, teils dickeren, fast trüben und daher weniger durchsichtigen, im allgemeinen aber glatten, glänzenden serösen Haut, dem Lungenfell, Pleura pulmonalis, überzogen, das an der mediastinalen Fläche als Lig. pulmonale auf das

Mediastinum überspringt und die Lunge an das Mittelfell und bei gewissen Tierarten auch ans Zwerchfell befestigt.

Am Hilus tritt je ein Stammbronchus in jede Lungenhälfte ein, verzweigt sich darin baumartig und bildet damit den *Bronchalbaum*. Seine Aeste gehen in der Nähe des Hilus mehr rechtwinklig ab, je weiter von diesem entfernt sie jedoch im Zwerchfellappen den Stammbronchus verlassen, umso kleiner wird der Abgangswinkel. Mit den Bronchen und ihren Verzweigungen verlaufen dorsolateral die Pulmonalarterien, ventromedial die Pulmonalvenen. Diese drei Elemente, zusammen mit den Nerven und Lymphgefässen, der dorsal am Bronchus verlaufenden Bronchalarterie und dem die verschiedenen Elemente verbindenden Bindegewebe, bezeichnet man als *Lappenkern* (*Felix* l. c.). Der von je einem Ast des Stammbronchus versorgte Parenchymbezirk bildet ein Segment. Innerhalb dieses letzteren verlaufen die Pulmonalarterien- und -venenäste sowie deren Verzweigungen entweder mit denen der Bronchen übereinstimmend, bilden also bronchovaskuläre Einheiten, oder die Stämme der Pulmonalvenen sowie deren Aeste verlaufen frei und unabhängig von den Bronchoarterien, und ihre Verästelungen alternieren mit denen der Bronchen und Arterien; man spricht diesfalls von bronchoarteriellen Einheiten. Schliesslich findet sich ein dritter Typus, wobei alle drei Elemente: Bronchen, Arterien und Venen, unabhängig voneinander verlaufen und sich verzweigen (vergl. *Backmann*, 1937; *Linell* und *Löfgren*, 1940). Die beiden ersten Möglichkeiten können in ein und derselben Lunge, freilich in verschiedenen Lappen vorkommen (*Töndury* und *Picco*, 1952), die letzte fand *Backmann*, l. c. nur bei *Phoca*.

Den Lappenkern umgibt in verschiedener Dicke der *Lappenmantel* mit dem Lungenparenchym und den feineren Verzweigungen des Bronchalbaumes und der Lungengefässe. Das Parenchym der einzelnen Lungenlappen wird bei gewissen Tierarten durch Bindegewebsmembranen (Septen) in grössere, Sublobi, und kleinere Partien, Läppchen oder Lobuli, aufgeteilt, die durch die Pleura hindurch und auf der Schnittfläche sich als kleine, polygonale Felder präsentieren, räumlich gesehen, pyramidenförmige Gebilde darstellen und die kleinste makroskopisch noch deutlich abgrenzbare Einheit des Lungengewebes verkörpern. Bei einigen Tierarten beschränkt sich diese Läppchenzeichnung auf gewisse Lungenpartien, bei anderen vermisst man sie sogar überhaupt, sodass man diesfalls von undeutlicher oder fehlender Läppchenzeichnung spricht.

Bezüglich des *Feinbaues der Lunge* ist bekannt, dass die Bronchen bis zu einem Durchmesser von etwa 1 mm von der Knorpelfaserhaut, Fibrocartilaginea, gestützt werden, wobei die in Spangenform vorhandenen Knorpel durch Bindegewebe zusammengehalten werden, stellenweise einzelne Knorpelscherben verbindendes elastisches Gewebe und Drüsen enthaltend. Die in der kollabierten Lunge typische Längsfalten aufweisende Schleimhaut besitzt ein mehrreihiges flimmerndes Zylinderepithel mit Becherzellen, ein feines subepitheliales und ein weitmaschigeres, tiefes elastisches Längsfasernetz. Zahlreiche gemischte Drüsen schieben sich durch die Propria in die

Submucosa und zwischen den Knorpelscherben bis ins peribronchale Bindegewebe vor. Die Muscularis mucosae ist in Form eines engmaschigen Gitterwerkes ausgebildet. Das peribronchale Gewebe enthält Gefäße, Nerven, Fettzellen und zuweilen Lymphknötchen.

Sobald die Knorpelscherben verschwinden und Drüsen fehlen, spricht man vom Bronchulus. Das Schwinden beider Elemente geht nicht immer parallel. Der Bronchulus verus (terminalis) tritt, von der Arterie begleitet, aus dem interlobulären Bindegewebe ins Läppchen ein, verzweigt sich tierartig verschieden stark und teilt sich schlussendlich in zwei Aeste, in deren Wand vereinzelt, kugelige Ausbuchtungen, Alveolen, auftreten, und die deshalb als Bronchuli respiratorii I. Ordnung bezeichnet werden. Durch weitere Zweiteilung entsteht der Bronchulus respiratorius II. Ordnung, der auf der ganzen, der Pulmonalarterie gegenüberliegenden Hälfte seines Umfanges lückenlos von Alveolen besetzt ist. Im Bronchulus respiratorius III. Ordnung endlich bleibt nur noch eine schmale, glatte Strecke für den Verlauf der Arterie, während die ganze übrige Partie Lungenbläschen enthält. Dieser typische Teilungsmodus ist von *Ammann*, 1939, für das Pferd und von *Baumgärtner*, 1932, für das Rind beschrieben worden. Das Epithel verändert sich im Verlaufe dieser Verästelungen vom mehrreihigen, flimmernden Zylinderepithel zum einreihigen Zylinderepithel mit Flimmern im Bronchul. respir. I, zum einreihigen Zylinderepithel im Bronchul. respir. II und schliesslich zum kubischen im Bronchul. respir. III. Auf diesen folgt in Zwei- bis Fünffzahl der Ductus alveolaris (Alveolargang), der einerseits ringsum von Alveolen besetzt ist, anderseits durch den zentralen Gang den Luftzutritt zu den meist ebenso zahlreichen Alveolensäcken, Infundibula, ermöglicht. An die Stelle des kontinuierlichen Epithels tritt in diesen beiden letzten Partien des Alveolarbaumes der diskontinuierliche Ueberzug, das eigentliche respiratorische Epithel.

Der Bronchulus wird von einem kollagen-retikulären Fasergerüst gestützt, in welches elastische Elemente, Muskelfasern und Gefäße eingebaut sind (v. *Moellendorff*, 1941). Das Kollagenfaserwerk ist peripher am stärksten und stellt die Verbindung mit dem angrenzenden Parenchym dar. Elastische Elemente finden sich in Form eines unter der Basalmembran verlaufenden starkfaserigen Längsgitters und eines in der kollagenen Aussenschicht gelegenen Netzwerkes. Die glatte Muskulatur bildet ein im wesentlichen zirkulär verlaufendes Netzwerk, das im Bereiche der Bronchuli respiratorii durch die fortlaufend zahlreicher auftretenden Alveolen immer lückenhafter wird, in den Alveolargängen als Bestandteil der Basalringe und am Eingang zu den Alveolen sich findet, im Infundibulumbereich aber fehlt.

Die Grundlage der Alveolen stellt das für zwei aneinanderstossende Lungenbläschen gemeinsame, ausserordentlich engmaschige Kapillarnetz dar, das durch retikulinelastische Strukturen gestützt und in den nach dem Lumen des Alveolarganges oder -säckchens vorspringenden Alveolarsepten durch kollagene Fasern verstärkt wird, denen sich elastische und im Alveolargangbereich also auch muskulöse Elemente beigesellen.

Der einem Bronchulus respiratorius zugehörnde Parenchymbereich wird als Azinus oder als Primärläppchen bezeichnet (*Husten*, 1921, v. *Moellendorff* l. c., *Bucher*, 1948). *Sussdorf*, 1911, *Loeschke*, 1921, und *Baumgärtner* l. c. fassen den Begriff weiter und bezeichnen damit das Versorgungsgebiet eines Bronchulus verus. *Felix* u. a. verstehen darunter eine durch Venenwurzeln begrenzte Parenchympartie. Diese stark voneinander abweichenden Auffassungen erklären sich wohl daraus, dass der Azinus als Resultat der Ausgusstechnik äusserlich nicht abgrenzbar ist, wie das insbesondere v. *Moellendorff* betont, und dass in einem Ausguss die vereinzelt auftretenden Alveolen des Bronchulus respiratorius I kaum oder dann nicht deutlich zur Darstellung kommen dürften, auf welchen Umstand *Husten* besonders hinweist. Dementsprechend lauten nun auch die Angaben der verschiedenen Autoren über die Anzahl der in einem Läppchen enthaltenen Azini sehr verschieden: etwas mehr als ein Dutzend (*Bucher* l. c.); 12—18 (*Benninghoff*, 1944); 2—14—20—30 (*Rindfleisch*, 1878). Wahrscheinlich tragen aber auch regionale und insbesondere tierartlich bedingte Variationen zu diesen stark differierenden Angaben bei.

Die äusserlich abgrenzbare Einheit des Lungenparenchyms, der Lungenlobulus mitsamt dem diesen begrenzenden Bindegewebe, soll Gegenstand der folgenden Untersuchungen bilden.

## D. Eigene Untersuchungen

### a) MATERIAL UND TECHNIK

Zur makro- und mikroskopischen Untersuchung gelangten Lungen von erwachsenen, jedoch verschiedenaltigen Rindern, Schweinen, Pferden, Ziegen, Schafen, Hunden und Katzen, die entweder gesund oder wegen eines äusseren Leidens zur Schlachtung kamen. Die Präparate wurden, nachdem Partien für die mikroskopische Bearbeitung entnommen worden waren, in möglichst frischem, dann im erkalteten und schliesslich auch im fixierten Zustande makroskopisch, von blossen Auge oder mit der Lupe, untersucht und zergliedert. Die Fixation erfolgte mit neutralem Formol (1:9 verdünnt) durch Einlegen kleinerer Stücke oder vorerst durch Injektion von der Trachea bezw. vom Bronchus aus und nachher durch Einlegen in die Fixationsflüssigkeit.

Zur mikroskopischen Untersuchung gelangten vorwiegend dickere Schnitte von 30—60—100  $\mu$  Dicke, die z. T. mit dem Gefriermikrotom, dann aber auch durch Einbettung in Zelloidin gewonnen wurden. Wie v. *Moellendorff*, 1941, betont, lassen sich anhand solcher Präparate die grossen Zusammenhänge besser übersehen als das am dünnen Paraffinschnitt der Fall ist.

Ungefärbte Präparate kamen zur Untersuchung im polarisierten Licht. An Färbemethoden gelangten zur Anwendung: Resorzin-Fuchsin kombiniert mit Hämatoxylin,

die van Gieson-Färbung allein und namentlich häufig in Verbindung mit Resorzin-Fuchsin, seltener Orzein. Diese Methode leistete mir, da es sich ja vorwiegend um die Untersuchung kollagen-elastischer Strukturen handelte, vorzügliche Dienste. Ausserdem wurde die Kontrastfärbung mit Hämatoxylin-Eosin, die Bielschowsky-Imprägnation, die Azanfärbung sowie die Pasini-Methode verwendet.

Sehr ausgiebig kamen Serienschritte zur Untersuchung. Ausserdem griff ich zur Gefässinjektion und verwendete Karmingelatine für die Arterien und Berlinerblau-Gelatine für die Venen, daneben auch Tusche.

Die Messung der Läppchen und Sublobi erfolgte in der Weise, dass die betr. Felder von frischen, kollabierten Lungen auf durchsichtiges Papier aufgezeichnet und hier mittels Millimeterpapier ausgemessen wurden.

## **b) ALLGEMEINES ÜBER OBERFLÄCHENZEICHNUNG UND LOBULIERUNG DER LUNGE**

Eine auch nur flüchtige Betrachtung der Lungen unserer Haussäuger lässt eine tierartlich recht verschiedene Oberflächenzeichnung erkennen. Sie ist durch subpleural verlaufende Bindegewebszüge bedingt, die je nach der Dicke des Lungenfells mehr oder weniger deutlich durchscheinen und auf dem Schnitt das Parenchym in grössere und kleinere Felder unterteilen. Diese auch als Lobulierung oder Läppchenzeichnung bekannte, bereits makroskopisch sichtbare Gliederung des Lungengewebes soll Gegenstand der nachfolgenden Untersuchungen sein. Wie Abb. 1 (a—f) erkennen lässt, wechselt das Bild von der deutlichen Marmorierung der ganzen Lungenoberfläche über eben noch erkennbare Felderung bis zum Fehlen jeglicher, durch Bindegewebe bedingter Oberflächenzeichnung. Nicht weniger prägnant kommt dieses Merkmal im mikroskopischen Schnitt zum Ausdruck (Abb. 2 a und b). Berücksichtigt man nun die variierende, durch unterschiedliche Entwicklung des interlobulären Bindegewebes bedingte Lobulierung, so ergibt sich für die Abhandlung der Lungen unserer Haussäugetiere nachstehende Reihenfolge: Rind, Schwein, Pferd, Ziege, Schaf und Fleischfresser.

Eine weitere Belebung der Lungenoberfläche erfolgt durch subpleural verlaufende Arterien, die vom Hilus aus über die verschiedenen Flächen der einzelnen Lungenlappen zu verfolgen sind und sich in ein feines Netzwerk auflösen, wie das besonders schön am Zwerchfellappen der frischen Pferdelage zu sehen ist. Diese Gefässzeichnung deckt sich z. T. mit der durch Bindegewebe bedingten Läppchenstruktur, z. T. ruft sie einer noch stärkeren Auflösung des Oberflächenbildes (Abb. 1c). Neben dieser gröberen, bei den Fleischfressern durch Venen bedingten Zeichnung der Lungenoberfläche finden sich daselbst noch kleinere, scharf abgegrenzte Felder, die den Lungenazini entsprechen dürften. Sie treten je nach Fixationszustand des Organes

verschieden markant in Erscheinung bei Pferd (Abb. 1c), Schaf (Abb. 1e) und Hund (Abb. 1f).

Diese beiden letzten Oberflächenstrukturen sind also von der zuerst genannten, durch Bindegewebe verursachten Lobulierung wohl zu unterscheiden.

## c) BEFUNDE BEI EINZELNEN HAUSSÄUGERN

### 1. Rind

Zufolge Zweiteilung des rechten Spitzen- bzw. Herzlappens (nach Müller, 1937, und Ackerknecht in Ellenberger-Baum, 1943) und wegen des rechterseits vorhandenen Anhangslappens weist die rechte Lungenhälfte fünf Lobi auf und ist somit erheblich grösser als die linksseitige. Die Oberfläche der gut kollabierten Lunge erscheint feucht, glänzend und im allgemeinen glatt; nur da, wo die Pleura dicker wird, also entlang dem Margo obtusus des Zwerchfelllappens, ist diese gefältelt. Je nach Entblutungsgrad wechselt die Farbe vom helleren zum dunkleren Rosarot. An Stellen mit dickerem Lungenfell ist das Organ eher grauweiss mit einem Stich ins Rote.

Ueber die ganze Lungenoberfläche sind grössere und kleinere polygonale Felder zu einem mosaikartigen Bilde vereinigt. An Stellen mit dickerer Pleura ist diese Oberflächenzeichnung etwas weniger deutlich, aber immer noch gut erkennbar. Besonders markant tritt sie entlang dem Margo acutus zutage (Abb. 1a). Auch Schnitte durch ganze Lungenlappen zeigen die Lobulierung klar. Die einzelnen Parenchympartien, Lobuli oder Läppchen, werden durch grauweisse, am fixierten Organ fast weiss erscheinende Bindegewebszüge gegeneinander abgegrenzt. Sie präsentieren sich, wenn isoliert, als pyramiden- bis stumpfkegelförmige oder polyedrische Gebilde. Ihre der Pleura zugewandte Grundfläche variiert im Spitzen- und Herzlappen von 0.7—1.8 cm<sup>2</sup> und von 0.8—2.4 cm<sup>2</sup> im Lobus diaphragmaticus. Bereits an frischen, namentlich aber an abgekühlten Lungen ragen einzelne Läppchen oder Läppchenbezirke plastisch über das Niveau der übrigen heraus; das ist bedingt durch den verschiedenen Luftgehalt. So bekommt die Lungenoberfläche des Rindes durch wechselnde Farbe, Form, Grösse und Abgrenzung der Lungenlobuli ein ausserordentlich buntes Aussehen. Nicht so selten sieht man Felder, die durch eine furchenartige Einsenkung von aussen her weiter unterteilt werden. Die Läppchenabgrenzung markieren da und dort Zweige des subpleuralen Gefässsystems noch deutlicher; häufiger jedoch täuschen sie durch ihren Verlauf Lobulusgrenzen vor.

Durch breitere Bindegewebsstrassen werden Läppchen zu grösseren Einheiten zusammengefasst, die als Sublobi bekannt sind (Abb. 1a). Ihre der Pleura zugekehr-

ten Flächen variieren in noch weiteren Grenzen als bei den Lobuli und messen am Spitzenlappen 10—15 cm<sup>2</sup>, am Herzlappen 20—24 cm<sup>2</sup> und am Zwerchfelllappen 8—45 cm<sup>2</sup>. Die gegenseitige Abgrenzung ist keineswegs nach allen Seiten deutlich. Bisweilen können Sublobusgrenzen durch subpleural verlaufende Gefässe deutlicher markiert werden. An vom Lungenfell befreiten Präparaten ragen ganze Sublobi plastisch über die Oberfläche vor.

Mehrere solcher Lungenfelder können durch breitere Bindegewebsstrassen zu noch grösseren Bezirken zusammentreten. Bemerkenswert ist die ausgesprochene Variation in der Dimension dieser grösseren und kleinere Parenchympartien. Ganz allgemein kann man sagen, dass Lobuli und Sublobi entlang dem Margo acutus schlanker, gegen den Margo obtusus hin dagegen massiger erscheinen.

Das durch Bindegewebe wabenartig gegliederte Parenchym umgibt als Lappenmantel den von Bronchus und Blutgefässen gebildeten Kern. Dieser liegt keineswegs regelmässig im Zentrum eines Lappens, sondern mehr gegen die Facies mediastinalis verschoben. Am Spitzen- und Herzlappen sind streckenweise Teile des Lappenkernes, nämlich die Lungenvene, an der Mediastinalfläche sichtbar. In Abweichung von den von *Felix*, 1927, geschilderten Verhältnissen beim Menschen, besteht der Lappenmantel des Rindes nicht aus einer bestimmten Zahl übereinander geschichteter Läppchen. Diese variiert je nach Lobus und ist insbesondere im Zwerchfelllappen recht erheblich.

Die *Pleura pulmonalis* (Abb. 3), die Grundplatte des die Lungen durchsetzenden groben Interstitialgerüsts (v. *Moellendorff* l. c.), verhält sich bezüglich Zahl, Aufeinanderfolge und Struktur der einzelnen Gewebsschichten prinzipiell überall gleich. Was tierartlich und regional variiert, das ist ihre Dicke überhaupt, das Dickenverhältnis der einzelnen Schichten untereinander, das Kaliber der elastischen und kollagenen Fasern und die Gefässverhältnisse.

Eine abgeplattete Zellage bildet als Endothel die äussere Abgrenzung der Pleura. Die Propria serosae, eine feinfaserige kollagene Bindegewebslage, lässt jegliche elastischen Elemente vermissen (vergl. auch *Mayr* l. c.). Wie *Hass* l. c. für den Menschen bemerkt, kommen solche offenbar nur an dickeren Stellen vor und sind zu fein, als dass sie in Schnittpräparaten in Erscheinung treten würden. Diese beiden, wohl dem Cavum pleurae zuzurechnenden Schichten (v. *Moellendorff*, 1941), sind unterlegt von einer elastischen Platte, in welcher grobkalibrige Fasern Netze bilden. Gegenüber den Verhältnissen beim Pferd (vergl. später) fällt auf, dass diese elastische Schicht weniger dick ist und stellenweise deutliche Auflockerung erkennen lässt und zwar da, wo Septen ins Lungengewebe einstrahlen. Eine folgende vierte Schicht besteht aus derbfaserigem kollagenem Gewebe, durchsetzt von zahlreichen aus der elastischen Platte einwärtsziehenden elastischen Elementen. Sie wird auch als Subserosa bzw. subpleurales Bindegewebe bezeichnet. Dasselbst findet sich das subpleurale Blut- und Lymphgefässnetz, und hier nehmen die Intersublobar- und Interlobularsepten ihren Ursprung. Eine fünfte, dem Lungenparenchym eng anschliessende Schicht aus vor-

herrschend feinen elastischen Netzen und zarten Kollagenfasern rechnet man wegen ihres innigen Zusammenhanges mit dem interalveolären Stützgerüst wohl besser zum Lungenparenchym. Ich möchte sie als subpleurale Aussenschicht des Lobulus bezeichnen — in Analogie zur septalen Aussenschicht.

Wie schon oben erwähnt, ist die Dicke des Lungenfelles beim Rind nicht überall gleich. *Ammann*, 1939, findet bei einer nach dem Entbluten mit Formalin injizierten Anatomiekuh folgende Dickenmasse: am Spitzenlappen 20—25, am Herzlappen 60—80, und an der dorsalen Zwerchfellappenpartie bis 200  $\mu$ . Meine Untersuchungen an kollabierten Lungen ergeben am Margo obtusus des Lobus diaphragmaticus bis 180  $\mu$  über der Incisura cardiaca bis 100  $\mu$  und im Bereiche des Lobus apicalis bis 80  $\mu$ . Die erheblichen Unterschiede zwischen meinen Messungen und den Angaben *Ammanns* l. c. erklären sich aus der Verschiedenheit des Untersuchungsgutes: im einen Fall kollabierte, im anderen in situ fixierte Lungen. Im Bereiche des Zwerchfellappens misst Epithel und Propria serosae 15, die elastische Faserplatte 40 und die Subserosa 125  $\mu$ . Die grösste Variabilität lässt die letzte Schicht erkennen. Die elastische Platte erscheint lateral vom Margo acutus, also im Bereiche der Pleuraverdickung, als dicke, im Profilschnitt fast geschlossene Faserlage, die dieser Lungenfellregion ein charakteristisches Aussehen verleiht.

Die Lungenpleura lässt sich an der frischen, besser noch an der formolfixierten Lunge als Ganzes abpräparieren. Die Trennung erfolgt dann im Bereiche der Subserosa. Am fixierten Organ kann man eine oberflächlichere, solide Schicht von einer tieferen, lockereren trennen. Die erstere umfasst die eigentliche Serosa zusammen mit der elastischen Platte, die zweite das subpleurale Bindegewebe. Indessen bereitet das Abpräparieren dieser Schicht einige Schwierigkeiten, indem man immer wieder in das interlobuläre Bindegewebe hineingerät. Es war mir nicht möglich, Epithel und Propria serosae als zartes Häutchen von der elastischen Schicht zu trennen, wie das *Hass* l. c. für den Menschen beschreibt.

Aus dem lockeren subpleuralen Bindegewebe nehmen unter recht verschiedenem Winkel *Bindegewebszüge* (*Septen*) Ursprung. Gegenüber *v. Hayek*, der beim Menschen das Einstrahlen des Bindegewebes der Pleura in die Septen nicht beobachten konnte, muss dieser Zusammenhang von Subserosa und septalem Bindegewebe beim Rind besonders betont werden. Die Septen durchziehen das Lungenparenchym und streben nach dem Lappenkern hin (Abb. 3 und 4). Sie stehen untereinander in mannigfacher Verbindung und isolieren so aus dem Lungengewebe grössere (Sublobi) und kleinere (Lobuli) Bezirke von Pyramiden- bis Stumpfkegel- bis Polyederform. Beide sind allseitig von lockerem Bindegewebe begrenzt, das zwischen den einzelnen Läppchen in Form zarter Septa interlobularia, zwischen den Sublobi als breitere Septa intersublobaria in Erscheinung tritt. Dieses gröbere Lungeninterstitium besteht aus kollagenen Fibrillenbündeln, umrankt und durchwirkt von elastischen Fibrillennetzen. An zellulären Elementen finden sich neben Fibrozyten viele Histiozyten und Lymphozyten.

Auf den besonderen Bau dieses septalen Bindegewebes hat bereits *Sussdorf*, 1878 und 1911, hingewiesen. Nach ihm lässt dasselbe eine Menge von Spalten und verschieden gestalteten Hohlräumen zwischen den Faserbündeln frei, so dass Injektionen sich mit Leichtigkeit auf grössere Strecken hin ausdehnen lassen. An mit Hilfe der Einstichmethode injizierten Stellen ist die Injektionsmasse in solcher Menge vorhanden, dass die einzelnen Lobuli verbindenden Faserzüge nur sehr undeutlich aus denselben hervortreten. Die in verschiedenster Richtung durch die Lunge geführten Schnitte zeigen dieses interlobuläre Bindegewebe in äusserst unregelmässig, oft wellig verlaufenden Zügen von grösserer oder geringerer Mächtigkeit, oft zu breiten bandartigen Balken angeordnet. Letztere schliessen unregelmässige, runde oder längliche Hohlräume ein, ohne sich an deren Grenze zu bestimmt markierten Wandungen zu verdichten. Dagegen finden sich in der Umgebung dieser Maschen, wenn auch nicht immer dem freien Rand anliegend, deutlich ovale, zuweilen polygonale, 8—12  $\mu$  messende, ein- oder mehrkernige, stark granulierten Zellen, die man nur selten in unmittelbarem Zusammenhang antrifft. *Sussdorf* ist mit anderen der Ansicht, dass die Maschen dieses interlobulären Bindegewebes als Lymphbahnen aufzufassen und dass die eben näher charakterisierten Zellen als Endothelzellen von Lymphgefässen zu deuten sind.

Dieses System von Lymphspalten kommt besonders eindrucklich an dünnen Schnitten durch die Rinderlunge zur Geltung. Dasselbst scheinen zwei benachbarte Lungenläppchen nur durch wenige quer und schief verlaufende kollagene Faserzüge in Verbindung zu stehen. Wenn diese beim Schneiden einreissen, kann ein noch viel umfangreicheres Spaltensystem vorgetäuscht werden als es in Wirklichkeit bereits ist.

Klarer und übersichtlicher präsentieren sich die Verhältnisse am dicken Zelloidschnitt. Man erkennt hier den Endothelzellverband als Begrenzung der Lymphspalten stellenweise recht deutlich. Auch das die Läppchen verbindende, bzw. trennende Bindegewebe tritt markanter als zusammenhängendes Fasersystem in Erscheinung. Auf grössere Strecken hin erweisen sich die Septen teils kompakt, teils jedoch von grösseren und kleineren Lymphspalten durchsetzt (Abb. 4).

Das im groben Lungeninterstitium des Rindes so reichlich entwickelte Lymphgefässsystem vermittelt uns die Grundlagen zum Verständnis des bei dieser Tierart so häufig auftretenden interstitiellen Lungenemphysems, das seltener *intra vitam*, häufiger jedoch beim Schlachten entsteht (*Ammann l. c.*). Durch Hindernisse in den Atmungswegen (Schleim, aspirierter Mageninhalt und Blut) und durch forcierte Atembewegungen in der Agonie kommt es zu starker Lungendehnung. In deren Folge können Alveolen einreissen, und die Luft dringt in das interlobuläre Bindegewebe und damit in das System der dort so reichlich vorhandenen Lymphspalten.

So wie die randständigen Lobuli gegen die Pleura hin durch eine kollagen-elastische Schicht (subpleurale Aussenschicht) eine Abgrenzung erfahren, erhalten die Läppchen auch gegen die Interlobularsepten hin eine Grenzschicht, die *v. Moellendorff* als septale Aussenschicht, *v. Hayek* dagegen als *Läppchengrenzmembran* be-

zeichnet. Gegenüber dem septalen Bindegewebe unterscheidet sich diese durch zarteres Kaliber der kollagenen Fasern und durch besonders reichlichen Gehalt an elastischen Fibrillen, die mit dem elastischen Gerüst angrenzender Alveolenwände im Zusammenhang stehen (Abb. 3).

Wie schon erwähnt, nehmen die Intersublobar- und Interlobularsepten aus dem subpleuralen Bindegewebe Ursprung, aus dem kollagene Faserbündel einstrahlen, durchwirkt von elastischen Fasernetzen, die ebenfalls aus der Subserosa kommen, dazu aber auch aus der elastischen Faserplatte hervorgehen (Abb. 3). Letztere verliert an solchen Stellen ihr kompaktes Aussehen und erscheint aufgelockert. An der Abgangsstelle größerer Lungensepten finden sich stärkere Äste des subpleuralen Arteriennetzes und zahlreiche Lymphgefäße, die mit ihrer muskulösen Wand sich von den rein bindegewebigen Venen scharf abheben.

Die mikroskopische Untersuchung der Lungensepten anhand von Schnittserien ergibt nun, dass dieselben bisweilen eine *Fensterung* aufweisen. Eine solche hat *Loeschke* l. c. auch beim Menschen gefunden. Verfolgt man einzelne Lungenläppchen des Rindes, so sieht man feinere Septen unvermittelt im Parenchym enden, um nach kürzerer Distanz sich wieder fortzusetzen. Das beobachtet man etwa in der Hilusgegend der Lobuli und zwar insbesondere an dünnen Schnitten (Abb. 4).

Ausser dem die Sublobi und Lobuli nach Art eines Wabensystems begrenzenden Bindegewebe zweigen aus der Subserosa des Lungenfelles und aus dem interlobulären Interstitium Bindegewebszüge ab, die sich bisweilen recht tief ins Läppchen hinein verfolgen lassen und dort am Bronchulus oder an der mit sphinkterartiger Muskulatur versehenen Vene endigen. Es handelt sich nicht um Scheidewände, sondern um Bindegewebsbalken von verschiedenem Kaliber. Ich möchte diese Bildungen als *Neben-septen* bezeichnen. Solche sieht man in einzelnen Läppchen in der Zahl von 2—3, manchmal treten sie in Einzahl auf, häufig vermisst man sie, auch wenn Lobuli durch grössere Schnittserien hindurch verfolgt werden.

Ausgehend von den Anschauungen v. *Moellendorffs* über die Bedeutung der Venen im Gesamtspannungssystem der Lunge des Menschen, habe ich bei der Untersuchung des groben Interstitiums in der Lunge des Rindes diesen Gefässen besonders Aufmerksamkeit geschenkt. Ausser kleinen, dünnwandigen venösen Gefässchen, die aus dem Pleurabereich dem Hilus peripherer Läppchen zustreben, kann ich in den Septen keine grösseren Venenäste finden und auch nirgends den Ursprung solcher aus dem Lungenfell feststellen. Dagegen sind sie stets am Hilus der Sublobi und Lobuli vergesellschaftet mit Bronchulus und Arterie zu sehen. Durch Untersuchungen an Serienschnitten lässt sich ein anderer Verlauf der Lobulusvenen in der Rinderlunge feststellen, als er für den Menschen bekannt ist und nach der Lehr- und Handbuchliteratur auch für die Haussäuger anzunehmen wäre. Wie in einer späteren Untersuchung gezeigt werden soll, verlaufen nämlich die feineren Verzweigungen der Pulmonalvenen des Rindes im Läppchenbereich nicht bevorzugt an der Peripherie im Interlobularseptum — also interlobulär —, sondern mit Arterie und Bronchulus im

Läppchen drinn — also intralobulär. So weicht also der Verlauf der Lobularvenen von dem des Menschen, aber auch, wie später gezeigt werden soll, von dem des Pferdes, der kleinen Wiederkäuer und der Fleischfresser grundsätzlich ab. Mit dem Bronchulus und der Arterie verzweigt sich auch die Vene vom Hilus aus im Lungenläppchen. Dabei beobachtet man eine typische Lagebeziehung, nämlich: den Bronchulus in der Mitte, begleitet links und rechts von den beiden Gefässen. Immerhin ist zu bemerken, dass die räumliche Beziehung zwischen den ersten zwei und der letzteren nicht so eng ist wie zwischen Bronchulus und Arterie. Neben Lobuli, die Bronchulus, Arterie und Vene in engem Konnex am Hilus und im Zentrum des Läppchens zeigen, gibt es solche, wo die Lobularvene das Interlobularseptum in nicht unbedeutender Entfernung von Arterie und Bronchulus erreicht. Ähnliche Verhältnisse trafen *Linell* und *Löfgren*, 1940, beim Seehund. Es kommt demnach den Lungenvenenästen des Rindes für die Uebertragung der Zugspannung von der Pleura nach dem Hilus zum mindesten keine grössere Bedeutung zu als den Verzweigungen des Bronchialbaumes.

In diesem Zusammenhange erscheinen Diskussionen über den *Feinbau der Läppchenarterien bzw. -venen* beim Rind von Interesse und sind auf Grund der eben geschilderten topographischen Beziehungen wohl erklärlich. Im Jahre 1880 beschrieb *Piana* an feineren Zweigen der Pulmonalarterien eigenartige intermittierende Muskelringe. Seine Beobachtungen fanden Erwähnung in der Handbuchliteratur *Sussdorf* in *Ellenbergers* Handbuch der vergl. mikroskopischen Anatomie der Haustiere, 1911) und wurden von anderen Autoren bestätigt (*Jordan*, 1911; *Dubreuil*, 1923; *Aloisi*, 1934). *Piana* berichtigte jedoch 1893 seine vorher gemachten Angaben dahin, dass er in seiner früheren Arbeit Arterien mit Venen verwechselt habe, und dass die dort beschriebenen Sphinkteren tatsächlich den kleineren Venenzweigen zukämen. Diese Richtigstellung wurde von den oben zitierten Autoren z. T. übersehen (*Jordan*, *Dubreuil*, *Ludwig* und *Dankwardt*, 1924), z. T. halten sie an der Deutung dieser mit Muskelwülsten versehenen Gefässe als Zweige der Lungenarterien ausdrücklich fest (*Aloisi* l.c.). In seinen vergleichenden Untersuchungen über Aa. und Vv. pulmonales bei Haussäufern beschreibt *Takino*, 1933, starke Ringmuskulatur in den Lungenvenen des Rindes, ferner des Schweines, der Ratte und des Meerschweinchens. Auf Grund meiner, diesbezüglich allerdings nicht sehr zahlreichen Untersuchungen, die, wie schon erwähnt, von einem anderen Bearbeiter auf ein grösseres Material ausgedehnt werden sollen, komme auch ich zum Schluss, dass es sich bei den mit Sphinkteren versehenen Gefässen um Aeste von Lungenvenen handelt. Die Verwechslung mit Arterien liegt beim Rind deshalb nahe, weil beide den Bronchulus ins Läppchen hinein begleiten und sich daselbst verzweigen.

Die *kernwärts* laufenden gröberen und feineren Septen vereinigen sich miteinander, wobei es zur Anreicherung des interlobulären Bindegewebes kommt. Dieses enthält kleinere Arterien, dünnwandige Venen und Lymphgefässe mit z. T. muskulöser Wandung. Dazu treten nun immer häufiger kleinere und grössere Bronchen mit den sie begleitenden Gefässen (Abb. 4). Die Septen verankern sich solide an der Fibrocartilaginea der Bronchen. Diese enthält Knorpelscherben, die in Zahl und Grösse beispielsweise stark hinter denen des Schweines zurücktreten. Sie sind untereinander durch ausserordentlich starke Kollagenfaserzüge verbunden, die reichlich von elastischen Fasern durchwirkt werden. In der Submukosa der Bronchen sind stellenweise Fettzellen eingestreut. Mit dem peribronchalen Bindegewebe stehen Lungenarterie und -vene mittels kollagener Fasern in fester Verbindung. Unweit der Pulmonalarterie

findet man eng an die Fibrocartilaginea angeschmiegt die A. bronchalis, begleitet von einem Nerven. *Hasselwander*, 1934, sah in einer in aufgeblähtem Zustande gefrorenen und dann durchschnittenen Lunge vom Kalbe für die Aeste der A. pulmonalis im Lungengewebe ein gewissermassen scharf herausgestanztes Rohr ausgespart. In diesem war die Arterie durch ein zartes, spinnwebartiges Geflecht von bindegewebigen Fasern verspannt, so dass zwischen Arterie und umgebenden Bindegewebe ein Zwischenraum bestand, während die dünne Venenwand sehr viel enger an die Wand des Gewebskanals der Lunge angeheftet war. An kleineren Aesten der Pulmonalarterie habe ich diesen Zwischenraum zwischen Gefäss und peribronchalem Bindegewebe nicht feststellen können, sondern Arterie und Vene fest in der Umgebung verankert gefunden. Dagegen kann ich für die grösseren Aeste die weitere Beobachtung *Hasselwanders* bestätigen, dass bei makroskopischer Präparation die Arterien viel leichter aus der Umgebung herauszuschälen sind als die Venen.

Nach *Dutschmann* l. c. kommt im interlobulären Stützgerüst der Rinderlunge *glatte Muskulatur* in Form von Muskelblättern in grösserer Menge vor; auch die Pleura pulmonalis enthält solche und zwar in drei Schichten angeordnet. Tatsächlich sieht man bei Spezialfärbungen glatte Muskelfaserbündel sowohl in der Pleura als auch in den Interlobularsepten. In beiden Fällen tritt bei vielen Muskelbündeln die innige Beziehung zu Lymphgefässen hervor, wie das auch aus den Abb. 6 und 9 in der Arbeit *Dutschmanns* zum Ausdruck kommt. Nach Abb. 9 daselbst wäre die glatte Muskulatur der Pleura in drei Schichten vertreten, nämlich eine aussen von der elastischen Faserschicht und zwei innerhalb derselben, in der Subserosa. Die äussere Lage habe ich in meinen Präparaten nicht feststellen können, finde sie sonst auch nirgends beschrieben. Nach meinen Befunden ist der grösste Teil der interstitiellen Lungenmuskulatur der Wandung der Lymphgefässe zuzurechnen. Letztere sind gerade beim Rind in der subpleuralen Bindegewebsschicht ausgesprochen muskulös. Möglicherweise variiert der Muskelgehalt der Pleura und der Septen aber auch regionär und individuell, wie letzteres für den Menschen ja von *Behrens* l. c. festgestellt wurde.

In Bestätigung der Untersuchungsergebnisse *Bugges*, 1931, konnte ich sowohl subpleural als auch interlobulär und peribronchal Anhäufungen von *Fettzellen* finden.

Nach *v. Moellendorff* ist die *Oberfläche des Lungenläppchens* beim Menschen dadurch kompliziert, dass die in den Lobulus eintretende Arterie in einer Röhre steckt, welche das Parenchym mit einer der Läppchenaussenschicht gleich gebauten Wand begrenzt, während der Bronchulus in das Spannungsgerüst des Läppchens untrennbar eingebaut ist. Auch nach *v. Gehlen*, 1940, steckt die Arterie in einem doppelt so weiten Rohr, das aus elastischen Netzen aufgebaut und im allgemeinen elastischen System des Azinus verspannt ist. Tatsächlich sieht man auch im Lungenläppchen des Rindes bei einfachen Elastinfärbungen die Lobulusarterie in einer elastischen Röhre drinstecken. Kombinierte v. Gieson-Elastinfärbungen zeigen indessen, dass die Verspannung ans Parenchym auch durch kollagene Fasern erfolgt, und dass auch die Venen durch eine kollagen-elastische Verbindungsschicht sich deutlich vom

Lungengewebe abheben. Die von *Dubreuil*, 1926, beschriebenen Lymphscheiden gehören nach dem, was oben gesagt wurde, nicht Pulmonalarterien zu, sondern den mit Sphinkteren versehenen Lobulusvenen. Sie stellen offenbar eine Regulationsvorrichtung dar, die Volumenschwankungen auszugleichen vermag, ohne dass das angrenzende Lungenparenchym in Mitleidenschaft gezogen zu werden braucht.

Im Zusammenhang mit der oberflächlich sichtbaren Läppchenzeichnung verdient auch das *subpleurale Gefässnetz* Erwähnung. Es tritt gegenüber dem Pferd an Deutlichkeit sowohl bei makro- wie mikroskopischer Betrachtung zurück. Bei Lupenvergrößerung kann man die relativ zarten Netze in dem die Läppchen trennenden Bindegewebe durch die Pleura hindurch wahrnehmen. Zartere Gefässäste verlassen die Läppchengrenzen und kreuzen die Oberfläche der Lobuli. In Schnitten der Lungenoberfläche sieht man muskelstarke Arterien im Scheitel von Intersublobar- und Interlobularsepten, kleinere auch an den übrigen Partien der Subserosa. Sie erreichen nie die Zahl, die Wandstärke und das Lumen wie beim Pferd. Durch Muskelgehalt und elastische Fasern unterscheiden sie sich wohl von den hier auch muskelhaltigen Lymphgefässen und den bindegewebigen Venen.

*Zusammenfassend* ist zu sagen, dass in der Lunge des Rindes das interlobuläre Bindegewebe reichlich entwickelt ist und eine deutliche Läppchenzeichnung an der ganzen Lunge bedingt. Es grenzt in Form eines Wabenwerkes grössere (Sublobi) und kleinere (Lobuli) Parenchymbezirke allseitig deutlich ab und lässt nur an spärlichen Stellen eine Fensterung erkennen. Von den Septen gehen vereinzelt Bindegewebszüge ins Läppchen hinein und verankern sich am Bronchulus oder häufiger an der Vene, die beim Rind mit Arterie und Bronchulus vom Hilus aus im Läppchen sich verzweigt. Die Lungensepten bestehen aus kollagen-elastischen Strukturen und sind durchsetzt von zahlreichen, weitleumigen Lymphspalten, die dem interlobulären Bindegewebe in der Lunge des Rindes ein charakteristisches Gepräge verleihen.

## 2. Schwein

Auch beim Schwein ist die rechte Lungenhälfte grösser als die linke. Zum Anhangslappen tritt noch der massiger entwickelte rechte Spitzenlappen, der zum Unterschied vom Rind nur zuweilen durch eine seichte Einkerbung sekundär gegliedert erscheint. Die Farbe der Schweinelunge ist eher dunkler (bläulich rosa).

Ueber das ganze Organ zieht sich eine mosaikartige *Läppchenzeichnung*. Am deutlichsten präsentiert sich diese am Spitzen-, Herz- und Anhangslappen, gut erkennbar ist sie entlang der vorderen Hälfte des Margo acutus des Zwerchfellappens (Abb. 1b), weniger ausgeprägt an dessen stumpfen Rand sowie an der Facies diaphragmatica. Das gilt insbesondere für die Abgrenzung der Lobuli, während diejenige der Sublobi an den zuletzt genannten Stellen durch Verzweigungen des subpleuralen

Arteriennetzes eher deutlicher als beim Rind hervortritt. Im grossen und ganzen ist die Felderung unregelmässiger und weniger plastisch als an der kollabierten Rinderlunge. Dem scharfen Rand entlang sind die Lobuli kleiner, grösser jedoch gegen den Margo obtusus hin. Am Zwerchfellappen variieren die pleurawärts gerichteten Flächen der Sublobi von 8—12 cm<sup>2</sup>, diejenigen der Lobuli von 0.2—0.5 cm<sup>2</sup>, am Herzlappen ergeben Messungen 6—12, bzw. 0.2—0.4 cm<sup>2</sup>.

Das Lungenfell (Abb. 5) ist dünner als beim Rind und die Dickenunterschiede sind regional weniger gross. Die elastische Faserplatte besteht aus dicken elastischen Fibrillen und erreicht oder übertrifft häufig die Dicke des Subserosa, die kompakter als beim Rind erscheint. Am stumpfen Rande des Zwerchfellappens beträgt die durchschnittliche Pleuradicke 100  $\mu$ , gegen 80  $\mu$  am Spitzen- und 70 am Herzlappen.

Das System der gröberen *Intersublobar-* und der feineren *Interlobularsepten* verhält sich ähnlich wie in der Rinderlunge. Sie umhüllen die Sublobi und Lobuli allseitig und verbinden sie miteinander (Abb. 2a und 5). Die Unterschiede gegenüber dem Rind sind quantitativer Natur. Das interlobuläre Bindegewebe tritt an Masse mehr zurück. Die Septen erscheinen zierlicher, dabei aber kompakter. Grössere Lymphspalten bleiben auf die gröberen Intersublobarsepten beschränkt und bedingen beispielsweise am Zwerchfellappen die oft recht deutliche Abgrenzung der Sublobi. Zum septalen, aus der Subserosa des Lungenfelles stammenden Bindegewebe kommt auch hier die mit dem Parenchym des Lappchens in inniger Verbindung stehende und durch den Reichtum an elastischen Fasern gekennzeichnete Aussenschicht. An Septen mit reichlicheren Lymphspalten kommt es beim Schneiden zur Lockerung, ja sogar partieller Zusammenhangstrennung der Kollagenfaserzüge, die sonst zwischen zwei benachbarten Lappchen die Verbindung herstellen.

Noch ausgesprochener als beim Rind ist hier die *Fensterung* in den Interlobularsepten zu treffen und zwar derart, dass Lappchen mit allseitiger kontinuierlicher bindegewebiger Abgrenzung eher selten sind. In allen Lungenpartien findet man in grosser Zahl Septen, die sich plötzlich im Parenchym verlieren, um nach kürzerem oder längerem Unterbruch sich fortzusetzen. Solche Lücken im interstitiellen Bindegewebsgerüst sind nicht selten an Stellen, wo Venen in das Lappchen eintreten. Auch Intersublobarsepten lassen Fensterung erkennen.

Wie in der Rinderlunge, so treten auch beim Schwein *Nebensepten* auf, nur hier noch zahlreicher. Es sind schlanke, straffe Bindegewebszüge, die von Interlobularsepten und bei subpleural gelegenen Lobuli vom Lungenfell aus Ursprung nehmen und verschieden weit sich gegen das Lappchenzentrum verfolgen lassen und daselbst mit einem beim Schwein nicht so selten noch Knorpelscherben aufweisenden Bronchulus oder mit einem Gefässe in Verbindung stehen. Lappchen mit zwei bis drei solcher Nebensepten sind keine Seltenheit. Diese Bindegewebszüge dürfen nicht verwechselt werden mit dem die Lappchenarterien und -venen begleitenden Stützgewebe, das, wie bereits für das Rind festgestellt wurde, dem der Septen entspricht. Da die Nebensepten histologisch sich wie jene verhalten, ist die Unterscheidung am einzelnen

mikroskopischen Schnitt schwierig, ja unmöglich, da ja beim Schwein die Fensterung des interlobulären Stützgerüsts recht häufig auftritt. Nebensepten sowie das die Läppchengefäße begleitende Bindegewebe bedingen eine weitgehende Komplizierung der Lungenläppchenoberfläche, wie das *v. Moellendorff* für den Menschen in bezug auf die Arterien festgestellt hat, und wie das oben auch für das Rind beschrieben wurde.

Was das Verhalten der Pulmonalvenenverzweigungen zum interlobulären Bindegewebe anbelangt, so sind die Verhältnisse von denen des Pferdes, der kleinen Wiederkäuer und Fleischfresser grundverschieden, sie weichen z. T. aber auch von den Befunden beim Rind ab und gestalten sich in den verschiedenen Lungenpartien des Schweines wieder anders. Im Spitzen- und Herzlappen folgen die Pulmonalvenen den Bronchen und Arterien (*Töndury* und *Picco* l. c.; vergl. damit jedoch die etwas abweichenden Befunde von *Backman*, 1937). Im Zwerchfellappen dagegen verlaufen sie intersegmental. Bezogen auf den einzelnen Lobulus ziehen die Venenwurzeln in allen Lungenlappen nicht gegen die Kanten des Läppchens, sondern sammeln sich innerhalb desselben zur Lobulusvene, die entweder allein oder zusammen mit Arterie und Bronchulus das Läppchen verlässt. Die kleinen Venenäste verlaufen demnach wie beim Rind intra- und nicht interlobulär. Es fehlen also auch beim Schwein Venenwurzeln, die von der Pleura aus direkt über die Septen kernwärts verlaufen.

Was die von *Piana*, 1880, und *Dubreuil* l. c., in kleinen Lungenarterien des Schweines beobachtete sphinkterartige Muskulatur anbelangt, so liegt hier dieselbe Verwechslung mit Venen wie beim Rind vor.

Für das Schwein hat *Piana*, 1893, seine früheren Angaben jedoch nicht berichtigt. Dagegen beschreibt *Takino* l. c. Muskelwülste an den Lungenvenen bei derselben Tierart. Auch ich finde solche an den intralobulären Venen mit ziemlicher Regelmässigkeit. Von denjenigen des Rindes unterscheiden sich diese dadurch, dass sie kleiner und unregelmässiger sind, in kurzen Abständen aufeinanderfolgen, und dass völlig muskelfreie Partien fehlen.

*Das die Bronchen begleitende Bindegewebe* ist namentlich in den peripheren Bezirken zum Unterschied vom Rind mengenmässig geringer entwickelt (Abb. 2a). Zwischen die in grösserer Zahl schuppenartig sich überdeckenden Knorpelscherben sind stellenweise Fettzellen eingestreut. Das peribronchale Bindegewebe bildet an den peripher gelegenen Knorpelscherben einen schmalen Saum, an welchem einerseits die Septen, andererseits das Parenchym haften. Die Verbindung zwischen Arterie und Bronchus ist auf eine schmale Bindegewebsbrücke eingeengt, die nicht selten noch Fettzellen enthält. Sonst ist die Arterie fast ringsum vom Parenchym umgeben. Etwas solider ist der Konnex zur Vene dort, wo diese mit dem Bronchus verläuft. Uebrigens ist die Unterscheidung zwischen Arterie und Vene beim Schwein stellenweise besonders schwierig, worauf ja bereits *Linser* l. c. hingewiesen hat. Die Arterie charakterisiert die deutliche *Elastica interna*, die gleichmässig dicke *Media* und die scharf konturierte *Elastica externa*.

Von pleura- und septeneigener *glatter Muskulatur* habe ich bei meinen Untersuchungen wenig gesehen; doch soll zugegeben werden, dass dicke Schnitte, wie ich sie vorwiegend verwandte, zur Abklärung dieser Frage weniger geeignet sind. *Dutschmann* l. c. beschreibt mitten im Parenchym liegende Inseln von glatten Muskelzellen und rechnet sie, weil ohne Beziehung zu irgend einem Teile der Lunge, der interstitiellen Muskulatur zu.

Im subpleuralen Bindegewebe, insbesondere da, wo Septen nach dem Innern abzweigen, und im interlobulären Stützgewebe, namentlich an der Vereinigungsstelle mehrerer Septen, kommt es häufig zur Einlagerung von *Fettzellen*. Daneben sind auch Lymphknötchen kein seltener Befund.

Vom subpleuralen Arteriennetz sieht man bei makroskopischer Betrachtung eigentlich wenig. Nur am Margo obtusus und an der Facies diaphragmatica hilft es, Sublobi deutlicher abzugrenzen. Im mikroskopischen Schnitt erscheinen in der Subserosa kleine muskelstarke Arterien, die auch Aeste in die Septen abzweigen. Diese Gefässe stehen an Zahl und Weite stark hinter denen des Rindes zurück.

*Zusammenfassend* betrachtet, hat das grobe Interstitium der Schweinelunge mit dem des Rindes viel Gemeinsames. Bindegewebsmembranen isolieren aus dem Lungenparenchym allseitig begrenzte grössere und kleinere Partien und rufen so einer ebenfalls deutlichen Lobulierung. Häufiger als beim Rind sind die Bindegewebssepten gefenstert und komplizieren Nebensepten die Oberfläche der Läppchen. Der Gehalt an Lymphgefässen tritt namentlich an den Interlobularsepten stark zurück, die Septen erscheinen zarter und kompakter und enthalten viel häufiger als beim Rind Fettzellenanhäufungen. Das peribronchale Bindegewebe ist bedeutend spärlicher entwickelt. Die Wurzeln der Pulmonalvenen sammeln sich im Läppchen drin und verlaufen also vorwiegend intralobulär.

### 3. Pferd

Wegen der wenig entwickelten Lappung erscheint die Lunge des Pferdes besonders massig. Ausser den beiden Spitzen- und dem Anhangslappen rechts und dem bogenförmigen Herzausschnitt zwischen Lobus apicalis und diaphragmaticus fehlen weitere Unterteilungen des Lungenkörpers. Die Farbe der gutausgebluteten Pferdelunge ist blassrot. Der freie Rand des Zwerchfelllappens erscheint scharf, der des helleren Spitzenlappens eher stumpf.

Eine *Lobulierung* der frischen Lunge tritt, wenn man von der Gefässzeichnung absieht, vorerst wenig deutlich hervor (vergl. auch *Ackerknecht* in *Ellenberger-Baum*, 1943). Erst bei genauerer Betrachtung am erkalteten und insbesondere am fixierten Organ lassen sich an der *Lungenoberfläche* durch Bindegewebszüge markierte polygonale Felder feststellen. Diese Läppchenzeichnung tritt klar hervor am Spitzenlappen, insbesondere dem Margo acutus entlang, ferner in unmittelbarer Nähe der Incisura

cardiaca und zwar an der kostalen und mediastinalen Fläche und im Bereiche des scharfen Randes des Zwerchfellappens, namentlich in der vorderen Hälfte (Abb. 1c). Auch am Lobus intermedius ist eine Felderung sichtbar. An der Facies diaphragmatica bemerkt man stärkere Bindegewebsabzüge, die vom Hilus aus schräg nach hinten zum scharfen Rand ziehen. An der kostalen Fläche des Zwerchfellappens, namentlich dem Margo obtusus entlang, ist die Lobulierung entweder ganz schwach oder erst am fixierten Präparat deutlicher sichtbar. Die Grösse und Form der Felder wechselt beim Pferd ausserordentlich stark. Zieht man die Pleura ab, so kommen die die Läppchenzeichnung bedingenden Bindegewebsstrassen deutlicher zum Vorschein (Abb. 1c). Noch schärfer werden diese beim Pferd durch Zweige des subpleuralen Arteriennetzes markiert (vergl. später). Kleinere Felder, Lobuli, werden durch breitere Faserzüge zu Sublobi zusammengefasst.

Das an der Lungenoberfläche sichtbare Netz von Bindegewebsstrassen senkt sich ins Parenchym ein und bedingt so in gewissen Lungenpartien eine *Lobulierung auch im Schnitt*, die indessen nie diejenige des Rindes und Schweines erreicht. Die das Parenchym aufspaltenden Septen isolieren nur im Spitzen- und Anhangslappen sowie entlang der Incisura cardiaca Lungenläppchen, die sich makroskopisch herauspräparieren lassen, freilich nicht mit jener Leichtigkeit wie beim Rind, wo die reichlich vorhandenen Lymphspalten die saubere Trennung begünstigen. Auch dem Margo acutus des Zwerchfellappens entlang sind Läppchen gut isolierbar, indem Bindegewebsmembranen senkrecht zum scharfen Rand von der kostalen zur diaphragmalen Fläche verlaufen. Die Abgrenzung dieser Lobuli parallel zum scharfen Rand ist anfangs deutlich, wird aber umso schwieriger, je mehr die Dicke des Zwerchfellappens zunimmt. An der Zwerchfellfläche beschränkt sich die Lobulierung auf die Lungenoberfläche und Bindegewebszüge strahlen, wenn überhaupt, dann nur 1—2 mm ins Parenchym hinein. Eine makroskopisch wohl präparierbare Bindegewebsplatte geht von der Ursprungsstelle des Anhangslappens aus und grenzt kaudalwärts auf etwa 15 cm Länge eine im Querschnitt dreieckige Lungenpartie vom Zwerchfellappen ab, so dass diese bei einiger Sorgfalt als Ganzes isoliert werden kann. An den dem Margo obtusus benachbarten Lungenpartien der Facies mediastinalis und costalis kann man namentlich an der fixierten Pferdेलunge makroskopisch Septen präparieren, die 1 bis 2 cm weit ins Lungengewebe sich einsenken, und die senkrecht gegen den freien Rand hin verlaufen. Nachprüfungen mit der Lupe zeigen, dass ihre Verlaufsrichtung mit derjenigen der Hauptäste des subpleuralen Arteriennetzes übereinstimmt. Bedeutend schwieriger lassen sich Bindegewebsmembranen isolieren, die senkrecht zu den beschriebenen verlaufen, nur halb so tief ins Parenchym hineinreichen und mit jenen zusammen Lobuli abgrenzen. Tiefer gegen den Lappenkern zu vermisst man zusammenhängende Bindegewebssepten und findet einzelne Faserzüge nur noch in Begleitung von Gefässen und Bronchen. Die von *Ellenberger-Baum* l. c. erwähnte Felderung der Schnittfläche der Pferdेलunge beschränkt sich demnach auf Spitzen- und Anhangslappen, auf das Gebiet entlang der Incisura cardiaca und dem Margo acutus. Im

Bereiche des stumpfen Randes des Zwerchfellappens betrifft sie nur eine ganz oberflächlich gelegene Partie des Lappenmantels und fehlt an der Zwerchfellfläche fast ganz.

Die *Pleura pulmonalis* erscheint glänzend und leicht gefältelt. In der geweblichen Zusammensetzung und der Aufeinanderfolge der einzelnen Pleuraschichten bestehen gegenüber Rind und Schwein keine Unterschiede. Abweichend verhalten sich Dicke und Faserkaliber der elastischen Schicht sowie der Subserosa. Im Bereiche der dorsalen und laterokaudalen Partie des Zwerchfellappens (Abb. 6) erreicht die elastische Faserplatte eine Dicke, dazu eine Geschlossenheit und ein Kaliber der elastischen Fasern, wie sie bei keinem anderen unserer Haussäuger zu finden sind (vergl. auch *Ammann l. c.*). Auf Profilschnitten kann man 2—3 sich kreuzende Faserlagen unterscheiden. An Stellen stärkster Entwicklung erreicht die elastische Platte eine Dicke bis zu 100  $\mu$  (*Linser l. c.*), während auf die Serosa 15  $\mu$  und auf das subpleurale Bindegewebe 80—100  $\mu$  entfallen, so dass die Gesamtdicke des Lungenfelles bis zu 220  $\mu$  misst. Ueber dem Spitzenlappen (Abb. 7) ist die elastische Schicht viel dünner (30—40  $\mu$ ), das Kaliber der Fasern geringer und die Schichtung undeutlich, dagegen wird die Subserosa dicker. Am Spitzenlappen besitzt die Pleura eine Dicke von 90  $\mu$ . *Ammann l. c.* findet an einer in situ fixierten Pferdelunge für die Pleura über dem Spitzenlappen 15—20, angrenzend an den Herzausschnitt 35—40 und an der dorsalen Zwerchfellappenpartie 70—80  $\mu$ . Die Abweichungen zwischen seinen und meinen Messergebnissen erklären sich, wie bereits früher für das Rind erwähnt, aus dem verschiedenen Zustande des Untersuchungsgutes. Ein charakteristisches Element im subpleuralen Bindegewebe des Pferdes stellen zahlreiche, grosskalibrige Arterien dar (Abb. 7). Schon *Miller*, 1907, fielen anlässlich von Untersuchungen über die Blutgefässversorgung der Lungenpleura diese Arterien wegen ihres weiten Lumens und ihrer dicken Wand, die beträchtlicher sind als bei irgend einer anderen Tierart, auf. Uebrigens erscheinen in der Subserosa die kollagenen Fasern zarter und die Zahl der elastischen Fasern geringer als beim Rind. Neben den schon erwähnten Arterien findet man in dieser Lungenfellschicht kleinere Venen, Lymphspalten und auch Lymphknötchen, eher seltener dagegen Fettzellanhäufungen (vergl. auch *Bugge l. c.*). Als merkwürdigen Befund konnte ich in der Subserosa des Zwerchfellappens bei zwei Pferden je eine Insel aus hyalinem Knorpelgewebe feststellen. Wahrscheinlich steht dieses Vorkommnis mit Ossifikationen im Zusammenhang, wie sie *Zschokke*, 1919, in den Lungen von Pferden beobachtet hat.

Was das *mikroskopische Bild* des von der Pleura ausgehenden Systems der *Interlobularsepten* anbelangt, so zeigen Spitzen- und Anhangslappen sowie die Parenchymbezirke entlang dem Margo acutus des Hauptlappens analoge Verhältnisse wie Rind und Schwein (Abb. 7). Das grobe Institutium umhüllt auch hier als Wabengerüst die Läppchen allseitig. Die Septen bestehen ebenfalls aus einer zentralen, der subpleuralen Bindegewebsschicht entstammenden kollagen-elastischen Partie, begrenzt je von der septalen Aussenschicht der Läppchen, die beim Pferd durch besonders reichlichen

Gehalt an elastischen Fasern charakterisiert ist. Die auch im interlobulären Bindegewebe des Pferdes nicht so selten anzutreffenden Lymphgefäße bleiben, was Zahl und Durchmesser anbelangt, weit hinter denen des Rindes zurück, so dass die Septen straffer erscheinen als bei diesem und bedeutend massiver als beim Schwein.

In den Lungenpartien mit deutlicher Lobulierung sieht man von Interlobularsepten aus Bindegewebsstränge, also Nebensepten, nach dem Läppcheninnern vorstossen und an Arterie oder Bronchulus endigen. Vereinzelte Lücken in der Lobulusbegrenzung deuten auf Fensterung der Septen hin.

Ein wesentlich anderes Bild bieten nun Schnitte aus den dem Margo obtusus benachbarten Partien der Pferdelunge. Wie schon bei der makroskopischen Betrachtung erwähnt wurde, beschränkt sich daselbst die Lobulierung des Lungenparenchyms auf eine schmale Aussenzone des Lappenmantels. Entlang dem Verlauf der Hauptzweige des subpleuralen Arteriennetzes nehmen Septen unter meist spitzem Winkel ihren Ursprung aus der Pleura (Abb. 6) — ihre Abgangsstelle ist also meist durch Anschnitte einer weitlumigen, dickwandigen Arterie charakterisiert — und senken sich ins Lungengewebe ein. Aber auch senkrecht und schief zur geschilderten Hauptverlaufsrichtung dringen Bindegewebsmembranen ins Parenchym vor und bilden mit den zuerstgenannten ein dreidimensional geschlossenes Interstitialgerüst, das unter der Pleura 1—2 Lagen von Läppchen aus dem Lungengewebe herauspaltet. Immerhin zeigt dieses System von Septen bereits beim Fohlen, das zu Vergleichszwecken untersucht wurde, mannigfache Lücken, die sich beim ausgewachsenen Tier noch vermehren. Nach der Tiefe zu wird die Fensterung der interlobulären Bindegewebsmembranen rasch ausgeprägter, so dass aus dem die Lungenläppchen allseitig umhüllenden Wabenwerk ein raumgitterartig ausgebildetes Schwammwerk von kollagen-elastischem Stützgewebe entsteht, das schliesslich nur noch in Begleitung der Bronchen und Gefäße vorkommt. An der Zwerchfellfläche des Hauptlappens vermisst man die Lobulierung bereits in den pleuranahen Lungenbezirken. Ganz vereinzelt senken sich zwar Septen, die entlang den subpleuralen Arterien verlaufen, ins Parenchym ein, lösen sich jedoch, ohne dass es zu einer läppchenartigen Struktur kommt, in einzelne Faserzüge auf, die kernwärts streben und Venen einerseits, Arterien und Bronchen anderseits enthalten.

Mit dieser fortschreitenden, regional recht verschiedenartigen Reduktion des Lungeninterstitiums verwischt die Läppchenzeichnung mehr und mehr, und damit schwindet die Möglichkeit, den Lobuli entsprechende Parenchymbezirke abzugrenzen. Das gilt namentlich für die makroskopische Betrachtung. Bei der mikroskopischen Untersuchung jedoch und bei Injektionen bietet sich eine weitere Möglichkeit, in Lungen oder Lungenpartien mit minimaler Ausbildung des gröberen Bindegewebsgerüsts Läppchen abzugrenzen, und zwar auf Grund der *Gefässverhältnisse*.

Diese weichen nun beim Pferd und bei den übrigen noch zu behandelnden Haus-säugethieren in wesentlichen Punkten von denen des Rindes und Schweines ab. In Uebereinstimmung mit den Befunden beim Menschen (vergl. Literaturbesprechung) ver-

laufen die *Venenäste beim Pferd* interlobulär und nehmen aus den angrenzenden Läppchen fortlaufend Venenwurzeln auf, während Bronchulus und Arterie am Hilus in den Lobulus eintreten und von hier aus sich verzweigen (Abb. 6).

An Stellen mit deutlicher Läppchenzeichnung, also z. B. in den Spitzenlappen, nehmen kleinere Venen aus der Pleura Ursprung, biegen in die Septen ein, wo sie aus den anliegenden Läppchen Zuflüsse erhalten, vereinigen sich später mit Bronchen und Arterien und ziehen mit diesen im Lappenkern hiluswärts. In Lungenpartien, wo das interstitielle Bindegewebe so stark reduziert ist, dass es nur noch ein Netzwerk von der Pleura aus kernwärts ziehender kollagen-elastischer Faserzüge darstellt, verlaufen die Venenäste in diesen Bindegewebssträngen, wo sich ihnen später Bronchen und Arterien zugesellen. Verfolgt man Profilschnitte anhand von Schnittserien, so kann man namentlich in den pleuranahen Bezirken den Bereich eines Lungenläppchens anhand dieser interlobulär angeordneten Venen unschwer abgrenzen. Schwieriger gestaltet sich das am Einzelschnitt, wenn nicht zufällig zwei benachbarte Venenäste getroffen sind.

Kompliziertere Gefäßverhältnisse traf ich in den nur teilweise lobulierten Bezirken der kostalen Fläche des Hauptlappens eines Pferdes. In der mir zugänglichen Literatur fand ich darüber keine genaueren Angaben. *Linell* und *Löfgren* l. c. haben in ihrer Arbeit über die Gefäßtopographie des Lungenlobulus das Pferd nicht einbezogen und die Angaben *Backmans*, 1937, beziehen sich nur auf die Stämme der Lungenvenen und auf deren Aeste erster und bisweilen zweiter Ordnung. Für die Venenstämme stellte letzterer fest, dass sie Bronchen und Arterien begleiten. Dagegen verlaufen die Venenäste alternierend mit jenen zwei Elementen und in einiger Entfernung von ihnen. Auf Grund von Lupenpräparation kann ich letzteres bestätigen. Im Zwerchfelllappen eines 10jährigen Pferdes hingegen finde ich, dass entlang dem Margo obtusus Venenäste z. T. alternierend, z. T. gemeinsam mit Bronchus und Arterie verlaufen. Damit übereinstimmend kann ich im mikroskopischen Präparat in der oberflächlichen, noch durch Bindegewebe in Läppchen unterteilten Lungenpartien im Lobulus neben Bronchulus und Arterie auch eine mit intermittierenden Muskelringen ausgestattete Vene feststellen. In den Interlobularsepten treten ebenfalls Venen auf, die in der subpleuralen Bindegewebschicht Ursprung nehmen und aus den angrenzenden Läppchen fortlaufend Zuflüsse erhalten. In den tieferen Partien der Lunge, wo das System der Septen immer lückenhafter wird, halten sie sich an die kernwärts verlaufenden Bindegewebszüge. Die zunächst rein bindegewebige, viele elastische Fasern enthaltende Wand bekommt später muskulöse Elemente und in grösseren Gefässen trennen konzentrische Bindegewebslamellen einzelne Muskellagen. Eine besonders starke Entfaltung nimmt deren Adventitia, die durch ihren Gehalt an groben kollagen-elastischen Fasern diesen Venen ein eigenartiges Gepräge verleiht. Eigenartigerweise sind diese interlobulär verlaufenden Venenäste immer auch von einer Arterie begleitet, die sich pleurawärts verliert. Wo Septen aus der Pleura ins Parenchym eindringen, nehmen sie aus den dickwandigen, subpleural verlaufenden

Arterien Zweige mit, die ein Stück weit im interlobulären Bindegewebe zu verfolgen sind, und denen offenbar die Versorgung des pleuranahen interstitiellen Bindegewebes obliegt.

So sind also in diesem Einzelfall die Gefäßverhältnisse im Hauptlappen besonders merkwürdig und haben unter den Lungen der von mir untersuchten Haussäuger nichts Ähnliches. Auch die von *Linell* und *Löfgren* l. c. beschriebene Gefäßstopographie beim Seehund und Brautfisch, die von derjenigen der übrigen von den Autoren untersuchten Tiere abweicht, lässt kein analoges Verhalten erkennen. Die geschilderten Befunde sind so eigenartig und gehen zudem über den Rahmen der mir gestellten Aufgabe hinaus, so dass diesbezügliche Untersuchungen von einem anderen Bearbeiter in Angriff genommen werden.

Dadurch, dass beim Pferd die Lungenvenenäste — vielleicht mit Ausnahme bestimmter Partien entlang dem Margo obtusus — nur interlobulär verlaufen, ermöglichen sie, in Partien mit starker Reduktion des interlobulären Bindegewebes den Bereich von Läppchen abzugrenzen, auch wenn keine dieselben ringsum abschliessenden Bindegewebshüllen vorhanden sind. Das die Venen auf ihrem Wege von der Pleura zum Lappenkern begleitende gröbere Interstitium, das ja dann auch Bronchen und Arterien aufnimmt, stellt aber auch hier eine Kontinuität zwischen Lungenüberzug und -hilus dar.

Was die glatte Muskulatur in der Pleura und in den Septen anbelangt, so fehlen darüber Angaben bei *Dutschmann* l. c., und auch ich kann dazu aus dem früher erwähnten Grunde nicht näher Stellung beziehen.

Um die kleineren *Bronchen* ist das *Bindegewebe* etwas reichlicher als beim Schwein vertreten. Zwischen den Knorpelscherben sind etwa Fettzellen eingestreut. Die Verbindung zwischen der Fibrocartilaginea und dem umgebenden Parenchym erfolgt durch einen wenn auch schmalen Saum von kollagen-elastischem Gewebe. Arterie und Vene sind stark mit dem peribronchalen Bindegewebe verhaftet. Der an kollabierten Lungen ja spiralig verlaufende Bronchulus wird von beiden ebenfalls in Spiralen umrankt. Im Lappenkern lockert sich die Beziehung zwischen Bronchus und Gefässen, insbesondere zu den Venen, indem diese auf längere Strecken durch Parenchym von bis zu 0,5 cm Dicke vom luftführenden Gang und von der Arterie getrennt sein können, um erst wieder im Bereiche der grossen Stämme mit dem Bronchus in engeren Kontakt zu treten.

Eine besonders starke Entwicklung erreicht, wie früher erwähnt, beim Pferd das *subpleurale Arteriennetz*. Lungen frischgeschlachteter Tiere lassen eine Gefäßzeichnung besonders gut erkennen und zwar namentlich an Stellen mit dickerer Pleura. Das subpleurale Gefässnetz ist bei Betrachtung des groben Lungeninterstitiums deshalb von besonderer Bedeutung, weil seine Aeste und Zweige sich nach dem Verlauf der Bindegewebssepten richten und diese so makroskopisch deutlicher markieren, aber auch mikroskopisch in der subpleuralen Bindegewebsschicht ein durchaus charakteristisches Element bilden. Es wird beim Pferd vom Truncus bronchooesophagicus und von der

Art. oesophagica gespeist (*Fischer*, 1942), und seine Zweige gehen entweder direkt zur Pleura oder erreichen dieselbe, nachdem sie die Lunge durchquert haben (*Miller*, 1907). Die im Gebiete der Lungenwurzel und des Lig. pulmonale die Lungenoberfläche erreichenden direkten Aeste dieses Arteriennetzes übertreffen, wie *Miller* betont, in Bezug auf Dicke der Wand und Weite des Lumens alle anderen Tierarten und lassen sich von blossem Auge auf der ganzen Lungenoberfläche verfolgen und auf grosse Strecken hin sogar präparieren. Sie verlaufen — an der Facies costalis über den Margo obtusus ihren Weg nehmend — senkrecht zum Margo acutus und halten sich an die gröberen, in die Lunge sich einsenkenden Septen. Feinere Verzweigungen biegen fast rechtwinklig ab und finden sich über der Abgangsstelle von kleineren Septen, so dass also eine Lämpchenzeichnung resultiert, die einerseits durch septales Bindegewebe, anderseits aber durch die Maschen des subpleuralen Arteriennetzes zustande kommt. Kleinere Gefässe ziehen aber auch mitten über Lämpchen hinweg und lassen an formolfixierten Präparaten nach Abziehen der Pleura auf der Lämpchenoberfläche Furchen, also Gefässabdrücke, zurück.

*Zusammenfassend* kann man vom groben Interstitialgerüst der Pferdelunge sagen, dass es regionenweise verschieden entwickelt ist: am Spitzen- und Anhangslappen sowie entlang der Incisura cardiaca und am Margo acutus des Zwerchfellappens präsentiert es sich als Wabenwerk, das Lämpchen mehr oder weniger vollständig umhüllt und abgrenzt. In den dem Margo obtusus des Hauptlappens benachbarten Partien beschränkt sich die Lobulierung auf pleuranahe Parenchymbezirke, während gegen den Lappenkern hin das Septensystem sich in ein Schwammwerk von Bindegewebsbalken auflöst, das die Venen, aber auch Bronchen und Arterien aufnimmt und sie hiluswärts begleitet. An der Facies diaphragmatica geht die Reduktion des interlobulären Bindegewebes noch weiter, so dass es im wesentlichen nur noch aus den die Venen, Bronchen und Arterien begleitenden und aufnehmenden Faserzügen besteht. Mit dem fortschreitenden Schwunde des Interstitiums schwindet auch die Möglichkeit einer deutlichen Begrenzung von Lungenläppchen, deren Bereich schlussendlich nur mehr anhand der interlobulär verlaufenden Venen abzustecken ist.

#### 4. Ziege

Die Ziegenlunge ist charakterisiert durch ihre langgestreckte, schmale, abgeplattete Form, durch die schlanken und zugespitzten, stark über die Zwerchfellappen hinausragenden Lobi cardiaci und durch eine rosarote Farbe. Linker Spitzen- und Herzlappen werden durch eine von Serosa überbrückte Spalte getrennt. Der rechte Lobus apicalis erfährt eine individuell verschiedene Zweiteilung (*Krause*, 1921; *Müller*, 1938). In der Mehrzahl der Fälle ist der Anhangslappen mit breiter Basis auf dem Herzlappen befestigt (*Härtl*, 1942).

Während die Ziegenlunge sich in der groben Lappung von der des Rindes wenig unterscheidet, bietet dagegen die Oberflächenzeichnung bemerkenswerte Unterschiede.

Eine solche ist am frischen Organ kaum erkennbar (Müller l. c.). Erst nach Abkühlung, insbesondere aber nach Fixation wird sie an gewissen Lungenpartien deutlicher. Die Lobulierung ist dann sichtbar am Spitzen- und Herzlappen, insbesondere gegen deren scharfen Rand hin, sie verschwindet jedoch gegen den Margo obtusus zu. Eine Lappchenzeichnung zeigt auch der scharfe Rand des Zwerchfellappens im Bereiche der vorderen zwei Drittel (Abb. 1d). Am Spitzen- und Herzlappen treten Lobuli von 0.3—0.7 cm<sup>2</sup> Fläche zu Sublobi von 2—3 cm<sup>2</sup> im Bereiche des scharfen Randes und von 8—12 cm<sup>2</sup> gegen die Basis hin zusammen. Eine erst am fixierten Organ erkennbare Oberflächenzeichnung zeigen auch der Anhangslappen, Partien im Hilusbereiche und mit abnehmender Deutlichkeit die Facies diaphragmatica des Zwerchfellappens, wo, ausser einer verschwommenen Netzzeichnung, senkrecht gegen den scharfen Rand verlaufende, durch stärkere Aeste des subpleuralen Arteriennetzes bedingte Stränge erkennbar sind, die durch Anhäufung von Fettgewebe noch auffälliger hervortreten können. Im Bereiche des hinteren Drittels wird die Oberflächenzeichnung undeutlicher. An der Rippenfläche des Lobus diaphragmaticus ist eine Lobulierung, abgesehen vom scharfen Rand, ebenfalls recht schwer zu erkennen. Nur vereinzelt zeichnen sich einzelne, grössere Arterienzweige begleitende Septen ab, die vom Margo obtusus aus senkrecht gegen den scharfen Rand zustreben.

Im Bereiche der am Spitzen- und Herzlappen einigermaßen deutlichen Lappchenzeichnung werden durch zarte Bindegewebszüge Lobuli bis auf den Lappenkern hin isoliert. Entlang dem Margo acutus des Zwerchfellappens verlaufen die Septen namentlich senkrecht zum Rand. Deren Abgangsstelle ist durch eine kleine Einkerbung markiert, was *Bleischmidt* l. c. als «gezahnt» bezeichnet. Die Lobulierung lässt sich auf einer Breite von 4 cm vom Rande aus noch leidlich gut feststellen. An den übrigen Partien des Zwerchfellappens sowie entlang dem Margo obtusus des Herz- und Spitzenlappens vermisst man eine irgendwie regelmässige Aufteilung des Lungengewebes in Lobuli und Sublobi. Die am fixierten Organ oberflächlich erkennbare Netzzeichnung verschwindet nach dem Abziehen des Lungenfelles und ist somit durch Verzweigungen des pleuraeigenen Arteriensystems bedingt. An der Facies costalis und diaphragmatica senken sich entlang den grösseren Gefässzügen Bindegewebsmembranen  $\frac{1}{2}$ —1 cm tief ins Lungengewebe ein. Aber auch unabhängig von Pleura-gefässen kann man an den besagten Stellen sowie am Lobus intermedius und entlang dem stumpfen Rand der Herz- und Spitzenlappen von der Pleura aus Septen ins Parenchym eindringen sehen. Ihre makroskopische Präparation ist schwierig, und sie sind oft nur an der stärkeren Spaltbarkeit oberflächlicher, von der Pleura befreiter Lungenpartien zu erkennen. Eine auf der Schnittfläche erkennbare Felderung kommt indessen nicht zustande, umsomehr als die interstitiellen Bindegewebsmembranen wenig weit ins Lungengewebe hineinreichen.

Die *Pleura* ist bezüglich Dicke gleichmässiger entwickelt als beim Pferd. An der kostalen Fläche des Zwerchfellappens misst sie durchschnittlich 70  $\mu$ ; davon entfallen 15  $\mu$  auf die Serosa, 30 auf die elastische Faserplatte und 25 auf die Subserosa. Die

Präparation in zwei Schichten ist ebenfalls möglich, doch lässt sich das subpleurale Bindegewebe nur schwer vom Parenchym ablösen.

Mikroskopisch erinnern Schnitte aus den peripheren Partien der Spitzen- und Herzlappen sowie entlang dem Margo acutus des Zwerchfellappens der Ziege an solche vom Pferd mit dem Unterschied, dass die Pleura bedeutend dünner ist und die Septen ins Parenchym eindringen sehen (Abb. 8). Sie verlaufen meist schief zur Oberwabenwerk etwa Lücken, lässt also auch eine Fensterung erkennen. An den übrigen Lungenpartien kann man sowohl an Quer- wie an Längsschnitten von der Pleura aus Septen ins Parenchym eindringen sehen (Abb. 8). Sie verlaufen meist schief zur Oberfläche, enthalten etwa an der Abgangsstelle eine englumige Arterie und eine dünnwandige Vene und verlieren sich unvermittelt im Lungengewebe. Sie sind wenig zahlreich und gehen kaum mehr als 5 mm in die Tiefe. Ganz selten nehmen sie mit benachbarten Verbindung auf. Dann kommt es etwa zur Abgrenzung von lobulusähnlichen Lungenbezirken, die aber immer nur vereinzelt und dann unter der Pleura gelegen sind. Fast in jedem grösseren Schnitt bemerkt man aber auch etwa ein Septum, das bedeutend tiefer in die Lunge eindringt, 6—8—10 mm und stellenweise Venenanschnitte aufweist. Dazu gibt es in pleuranahen Lungenpartien Bindegewebszüge, die den Zusammenhang mit dem Lungenfell vermissen, aber auf kürzere oder längere Strecken sich verfolgen lassen und immer wieder Anschnitte von Venen enthalten. Sie nehmen etwa Seitenarme auf, die ebenfalls venöse Gefässe führen. Beim Vergleich mit mikroskopischen Bildern aus Spitzen- und Herzlappen ist der Unterschied im Verhalten des groben Interstitialgerüsts recht eklatant. Aus dem dort wabenartig strukturierten interlobulären Bindegewebe ist hier ein stark aufgelockertes Schwammwerk von z. T. septenartigen, z. T. strangförmig ausgebildeten Bindegewebsstrukturen entstanden, das die Abgrenzung von Lungenläppchen immer schwieriger gestaltet. An der Zwerchfellfläche des Lobus diaphragmaticus treten Septen und Bindegewebsstränge eher seltener auf als an der Rippenfläche und erscheinen zudem zierlicher.

Was nun das Verhalten der *Lungenvenen* zum Lungenläppchen anbelangt, so verlaufen sie interlobulär, während Bronchulus und Arterie sich zentral verzweigen. Im Bereiche der Lungenpartien mit allseitiger Abgrenzung des Lobulus halten sich die Venen in ihrem Verlauf an die wabenartig ausgebildeten Septen. Aus der subpleuralen Bindegewebschicht biegen die Venenwurzeln in das interlobuläre Bindegewebe ein, nehmen von den benachbarten Lämpchen Zweige auf und ziehen kernwärts, wo sie nach kürzerem oder längerem Verlauf den Anschluss an Bronchus und Arterie erreichen. An den Lungenpartien mit unvollständiger oder überhaupt fehlender Lämpchenzeichnung halten sich die Venen an die spärlich vorhandenen Septen oder Bindegewebsstrabekel und bilden in den tieferen Parenchymbezirken ein typisches Element des daselbst schwammartig aufgelockerten interstitiellen Bindegewebsgerüsts. Nach dem Lappenkern zu wird das die Venen begleitende kollagene Fasergeflecht immer reichlicher und hebt sich von der elastischen Venenwand stark ab.

Mit dem Zurücktreten der Septen und Trabekel, z. B. an der Facies diaphragmatica des Zwerchfellappens, vermehrt sich die Zahl der Venen, die als zarte Gefässzweige aus der Pleura Ursprung nehmen, aus dem umliegenden Parenchym Zuflüsse erhalten und nach der Tiefe zu einen immer deutlicher werdenden Mantel von Bindegewebe erhalten und sich schliesslich in nichts mehr von jenen Venenästen unterscheiden, die von der Pleura aus sich an den Verlauf von Septen oder Bindegewebssträngen halten. Da in der Ziegenlunge die Venen an den Läppchengrenzen liegen, während Bronchulus und Arterie sich vom Zentrum des Lobulus aus verzweigen, gelingt es an geeigneten Schnitten aus Lungenbezirken mit fehlender Läppchenzeichnung, den Lobulusbereich anhand der Venen abzugrenzen. Auch *Linell* und *Löfgren* l. c. beschreiben in der Lunge der Ziege diese Möglichkeit, das Läppchen auf Grund des Gefässbildes zu erkennen. Sie vermissen in den untersuchten Lungenpartien bindegewebige Septen und sehen Arterien und Bronchen — besser wohl Bronchuli — ganz nahe beieinander axial im Lobulus liegen, die Venen dagegen finden sie frei und alternierend zwischen Bronchen und Arterien längs der Peripherie des Läppchens.

Die Vereinigung der interlobulär verlaufenden Lungenvenenäste mit den aus den Läppchen frei gewordenen Bronchen und Arterien erfolgt mehr gegen den Lappenkern zu, so dass man in erheblicher Tiefe venöse Gefässe noch isoliert antrifft. Die auch an kleineren Bronchen noch recht kräftigen Knorpelscherben werden durch straffes Bindegewebe zu einer soliden Fibrocartilaginea verbunden. Dieser schmiegt sich die Arterie besonders eng an, während der Zusammenhang zwischen Bronchus und Vene namentlich peripher lockerer erscheint. Etwa sind zwischen beiden Fettzellen eingestreut.

Ueber *glatte Muskulatur* in der Pleura und im interlobulären Bindegewebe der Ziegenlunge sind in der Arbeit von *Dutschmann* keine Angaben enthalten. Nicht selten finden sich am Zwerchfellappen subpleural *Fettzellen* angehäuft und zwar vor allem gegen das kaudale Ende hin, wo sie *Bugge* l. c. auf Grund makroskopischer Betrachtung beschrieben hat.

Das *subpleurale Gefässnetz* ist bei der Ziege namentlich am Zwerchfellappen recht gut zu sehen und trägt, wie oben schon bemerkt, zu der am abgekühlten und fixierten Organ sichtbaren Oberflächenzeichnung bei. An der Zwerchfellfläche betrifft das insbesondere die gröberen, gegen den Margo acutus zu verlaufenden Aeste, denen entlang dann häufig noch Fettzellen sich einlagern. Durch weitere Verzweigungen entsteht eine durch die Pleura durchschimmernde Netzzeichnung. Wie später für das Schaf noch besonders erwähnt werden soll, wird dieses subpleurale Arteriensystem des Lobus diaphragmaticus durch einen Zweig der Art. oesophagica gespeist.

*Zusammenfassend* kann über das grobe Lungeninterstitium der Ziege gesagt werden, dass es mit dem des Pferdes weitgehend übereinstimmt. Immerhin tritt die Läppchenzeichnung namentlich am frischen Organ stärker zurück, die Pleura ist bedeutend dünner und gleichmässiger entwickelt. Am Zwerchfellappen — abgesehen vom Lungengewebe entlang dem Margo acutus — erfolgt eine noch stärkere Reduktion

des interlobulären Stützgerüsts, als das beim Pferde der Fall ist. Die Abgrenzung von Lungenläppchen wird in diesen Partien durch die Verzweigungen der Lungenvenen ermöglicht, welche interlobulär verlaufen, während Brochulus und Arterie das Zentrum des Lobulus charakterisieren.

## 5. Schaf

Im Vergleich zur Ziege wirkt die Lunge des Schafes eher plump. Sie ist breiter und hochgewölbt, und ihre Ränder erscheinen mehr abgerundet. Die beiden relativ breiten Herzlappen ragen über die allgemeine Lungenkontur wenig hinaus. Linker Herz- und Spitzenlappen fließen ineinander über (Müller, 1938). In der Konsistenz ist die Schaflunge etwas derber, in der Farbe heller als bei der Ziege.

Nach Müller l. c. unterscheiden sich Ziegen- und Schaflunge ganz eindeutig durch die *Läppchenzeichnung*, die bei ersterer im Bereiche der Spitzen- und Herzlappen klar hervortritt. Betrachtet man indessen formfixierte Schaflungen, so lässt sich dieses Unterscheidungsmerkmal keineswegs so eindeutig formulieren, indem der Lobus apicalis und cardiacus namentlich dem scharfen Rand entlang immerhin eine Felderung von bloßem Auge erkennen lassen. Sie ist allerdings unregelmässig und löst sich gegen die Basis der Lappen hin ganz auf. Am Zwerchfellappen ist die Septierung auch wie bei der Ziege nur noch entlang den vorderen zwei Dritteln des scharfen Randes sichtbar (Abb. 1e). Aber auch hier präsentiert sie sich weniger regelmässig und undeutlicher als bei der Ziege, und die Septen sind nicht mehr als 1—2 cm weit zu verfolgen. Hier wie auch am Spitzen- und Herzlappen erfährt die durch Bindegewebe hervorgerufene Oberflächenzeichnung durch subpleural verlaufende Arterien eine Fortsetzung gegen die basalen Lungenpartien hin. Dem stumpfen Rande des Spitzen-, Herz- und Zwerchfellappens entlang und in den angrenzenden Gebieten der Facies costalis und mediastinalis, sowie an der Zwerchfellfläche des Lobus diaphragmaticus fehlt jegliche, durch Bindegewebssepten bedingte Lobulierung. An ihre Stelle tritt die von Arterienverzweigungen herrührende Gefäßzeichnung, die auf der Mediastinalfläche des Spitzen- und Herzlappens und an der Facies diaphragmatica des Zwerchfellappens besonders deutlich hervortritt und an der zuletztgenannten Stelle durch Fetteinlagerungen noch stärker markiert wird. Etwas weniger regelmässig sind diese Gefäße auf der kostalen Fläche verteilt, wo das zentrale Gebiet des Lobus diaphragmaticus fast frei von solchen bleibt. Zu dieser gröberen, zum kleinsten Teil durch Bindegewebe, meist aber durch subpleurale Arterien, verursachten Oberflächenzeichnung kommt nun bei der Schaflunge eine noch zartere Felderung, die besonders plastisch entlang dem scharfen Rand des Zwerchfells (Abb. 1e), bei genauerem Zusehen und günstiger Beleuchtung aber fast auf der gesamten Lungenoberfläche in Erscheinung tritt. Die kleinen, polyedrischen Felder haben eine Seitenlänge von

ca. 1 mm und entsprechen den Azini oder Primärläppchen des Lungenparenchyms. Durch zarte Venenwurzeln, die, von der Oberfläche betrachtet, als feine Spalten erscheinen, werden mehrere Azini zu grösseren Gruppen zusammengefasst. Ich habe diese Art feinsten Oberflächenstruktur bisher bei keiner anderen Tierart so scharf hervortreten sehen; weniger deutlich präsentiert sie sich bei der Ziege und auch beim Pferd.

Auf dem *Schnitt* betrachtet, sind gegenüber der Lunge der Ziege die Unterschiede beim Schaf recht gering. An der Zwerchfellfläche des Lobus diaphragmaticus habe ich fast regelmässig im Bereiche der hinteren Hälfte ein Septum ins Lungengewebe hineinverfolgen können, entsprechend dem Verlauf eines jener zahlreichen, vom Hilus gegen den Margo acutus ausstrahlenden subpleuralen Gefässe (vergl. Abb. 4 in Miller, 1907).

Die *Pleura* weicht insofern von den bei der Ziege beschriebenen Verhältnissen ab, als sie nach Krause l. c. gröbere Faserbündel aufweist. Auffälliger als bei jener sind auch die Gefässe in der Subserosa. Dasselbst finden sich Fettzellen einzeln und in Feldern. Die Dicke des Lungenfelles wechselt von 70  $\mu$  am stumpfen Rand des Zwerchfellappens über 50  $\mu$  am Herz- zu 40  $\mu$  am Spitzenappen.

*Mikroskopische* Präparate (Abb. 9) aus dem Bereiche makroskopisch sichtbarer Lobulierung zeigen eine ziemlich vollständige Zergliederung des Parenchyms in wohl-abgegrenzte Läppchen durch zarte Septen, die stellenweise kleinere und grössere Gefässe, insbesondere Venen, enthalten und da und dort frei im Parenchym endigen. Verglichen beispielsweise mit dem Schwein (Abb. 2a), erscheinen die Septen ähnlich, die Läppchen ungleichmässiger, die Pleura dünner und die Bronchuli frei von Knorpeleinlagerungen. Auffälliger ist auch die Fensterung der Septen und deren geringerer Gehalt an Lymphgefässen. An den basalen Teilen des Herz- und Spitzenlappens sowie am Zwerchfellappen — abgesehen vom Margo acutus — verschwindet diese Wabenstruktur des Lungenparenchyms. In unregelmässigen Abständen lösen sich aus der Pleura Septen ab, die aber sehr bald sich zwischen Alveolen verlieren, nur 1—2 mm ins Lungengewebe eindringend. In tieferen Schichten hält sich das grobe Interstitium an den Verlauf der Venen, wo es sich von der elastischen Venenwand deutlich abhebt. An der Facies diaphragmatica tritt dieses bereits sehr lückenhafte Interstitialgerüst noch stärker zurück, und aus der Pleura abzweigende Septen sind sehr selten. Wie oben erwähnt, senkt sich ein solches entlang dem Verlauf eines subpleuralen Arterienzweiges in der hinteren Hälfte ins Lungengewebe ein und lässt sich am Sagitalschnitt bis 2 mm tief verfolgen. An einzelnen Stellen weist es Anschnitte von Venen auf und erhält aus dem angrenzenden Parenchym weitere venöse Zuflüsse. Mit dem Schwinden des septenartigen Bindegewebsgerüsts treten in zunehmender Zahl Venen auf, die als zarte Gefässe aus der Pleura Ursprung nehmen und einen umso deutlicheren Bindegewebsmantel bekommen, je stärker sie durch Aufnahme von Seitenzweigen werden und je mehr sie sich dem Kerngebiet nähern. Die zentralen Partien des Zwerchfellappens zeigen bezüglich des gröberen Interstitiums

dasselbe Bild, wie man es vom Pferd und von der Ziege her gewohnt ist, nämlich Bindegewebszüge nur noch in Begleitung der Venen einerseits und der Bronchen und Arterien anderseits. Gegenüber der Ziege fällt dagegen eine stärkere Ausbildung des intralobulären Stützgerüsts sowie ein merklich kleinerer Durchmesser der Alveolen auf (*Krause l. c.*).

Der Verlauf der *Lungenvenen* in bezug auf das Lappchen ist derselbe wie bei der Ziege. Arterie und Bronchulus verzweigen sich intralobulär, während die Venenwurzeln nach der Peripherie des Lobulus abfließen und von dort gelegenen Venenästen aufgenommen werden. Diese lassen etwa sphinkterartige Muskelverdickungen erkennen, die aber bezüglich Stärke weit hinter denen des Rindes, erheblich aber auch hinter denen des Schweines zurückstehen.

Im *Lappenkern* ist das peribronchale und perivaskuläre Bindegewebe reichlicher als bei der Ziege entwickelt. Arterie und Vene sind solid mit der Fibrocartilaginea verbunden (Abb. 10).

Nach *Dutschmann l. c.* findet sich in der Pleura und im interstitiellen Gewebe der Lunge reichlich *glatte Muskulatur*. Im Lungenfell soll sie wie beim Kalb stellenweise sogar in drei Schichten vorkommen.

Das *subpleurale Gefässnetz* wird im Bereiche des Zwerchfellappens von einem Ast der Art. oesophagica gespeist, der im letzten Drittel des kaudalen mediastinalen Lymphknotens das Hauptgefäss verlässt, sich vierfach teilt und mit je zwei Zweigen nach rechts und links durch das Lungenband an die Lunge tritt und dort das subpleurale Netz bildet (*Miller, 1907, und Härtl, 1942*). Im allgemeinen verlaufen die Hauptäste auf der Mediastinal- und Zwerchfellfläche miteinander parallel und anastomosieren untereinander reichlich. Eigenartig gestaltet sich die Vaskularisation der Pleura auf der Kostalfläche. Sie erfolgt durch Arterien, die sich von der Mittelfellfläche aus um den stumpfen Rand und von der Zwerchfellfläche um den Margo acutus herumschlagen. Dazu kommen Zweige, die durch die Incisura interlobaris zwischen Herz- und Zwerchfellappen verlaufen und so auf die Facies costalis gelangen. Andere, statt sich um den scharfen Rand herumzuschlagen, treten in daselbst vorhandene Septen ein und gelangen so auf die Rippenfläche. So bleibt eine zentrale Partie frei von direkten Ästen des subpleuralen Netzes, erhält dagegen Zweige der Bronchialarterie, die durch das Lungengewebe hindurch das Lungenfell indirekt erreichen und mit den vorher genannten Zweigen anastomosieren. Dieser Gefässverlauf kommt, wie schon oben erwähnt, in der Oberflächenzeichnung zum Ausdruck.

Vom groben Bindegewebsgerüst der Schaflunge kann *zusammenfassend* gesagt werden, dass es weitgehend mit dem der Ziege übereinstimmt, in quantitativer Hinsicht jedoch noch mehr zurücktritt. Wo eine Lappchenstruktur vorhanden ist, erscheint sie undeutlicher und unregelmässiger. Im Zwerchfellappen ist das bereits bei der Ziege spärlich vorhandene Interstitium noch lückenhafter, so dass hier ebenfalls nur die interlobulär verlaufenden Venen die Lobulusabgrenzung ermöglichen.

## 6. Fleischfresser

Die weitgehende Uebereinstimmung im Verhalten des groben Interstitiums der Hunde- und Katzenlunge ermöglicht die Zusammenfassung der Befunde in einem Abschnitt.

Die Fleischfresserlunge ist durch die die einzelnen Lappen trennenden tiefen Inzisuren charakterisiert. Diese reichen bis auf die Lungenwurzel mit Ausnahme der ständig voneinander trennt. Nach Müller l. c. manifestieren sich die Unterschiede zwischen Hund und Katze in der Form insbesondere des rechten Spitzenlappens. Bei der Katze läuft der in situ fixierte Lobus apicalis nach vorn in eine Spitze aus, während er beim Hund mehr rundlich und bogenförmig endigt.

Gut entblutete Lungen haben eine rosarote Farbe; schlecht oder nicht entblutete sind ziegel- bis kirschrot. Bei älteren Hunden entstehen durch Einlagerung von Russ- und Staubpartikeln bedingte gräuliche Streifen und Flecken (Anthraxis pulmonum), deren Vorkommen bei der Katze umstritten ist (Struska, 1903, Riede, 1923, Ellenberger-Baum, 1932, und Müller, 1937 und 1938). Ich selber habe sie nur bei Hunden beobachtet.

Nach Ellenberger-Baum, 1943, ist die Läppchenzeichnung in den Lungen der Fleischfresser undeutlich (vergl. auch Riede l. c. für die Katze). Tatsächlich findet sich keine, durch Bindegewebe bedingte, Lobulierung als Oberflächenzeichnung vor. Auch die bei Pferd und kleinen Wiederkäuern beschriebene grobe Gefäßzeichnung fehlt, da, wie später noch erwähnt werden soll, das subpleurale Arteriennetz bei Hund und Katze fehlt. Bei genauerer Betrachtung, namentlich mit Hilfe der Lupe, ist durch die Pleura hindurch eine Felderung erkennbar (Abb. 1f), die sich bei genauem Zusehen in eine noch feinere Marmorierung auflöst. Die gröberen «Läppchen» sind durch subpleurale Venenwurzeln bedingt, die untereinander netzartig anastomosieren und dabei Azinusgruppen begrenzen. Diese letzteren sind indessen nicht so deutlich wie beim Schaf.

Die Pleura ist glatt und glänzend und überall transparent und erreicht am Zwerchfell eine Dicke von durchschnittlich 50  $\mu$  gegenüber 40  $\mu$  am Herz- und 30  $\mu$  am Spitzenlappen. Die elastische Faserplatte wird von einer grobfaserigen Subserosa unterlegt mit einer Dicke bis zu 35  $\mu$ . Das Abziehen der Pleura und die Trennung in Schichten ist schwierig bzw. unmöglich.

Weder durch makroskopische Präparation noch durch mikroskopische Untersuchung lässt sich in der Lunge der Fleischfresser ein grobes Interstitium in Form des bei Rind und Schwein im ganzen Organ, bei Pferd und kleineren Wiederkäuern wenigstens in bestimmten Bezirken vorhandenen Septensystems feststellen. Das interlobuläre Bindegewebe beschränkt sich auf den Verlauf einerseits von Bronchen und Arterien, andererseits von Venen (Abb. 2b) und verbindet die Elemente des Lappenkernes untereinander. Die Verbindung von der Pleura zum letzteren wird durch Verzweigungen der Lungenvenen und durch das sie begleitende kollagen-elastische

Stützgerüst hergestellt. Den Ursprung dieser Venen im Lungenfell hat *Miller*, 1900, anhand von Injektionen schon sehr anschaulich beschrieben. Danach gehen aus dem Kapillarnetz der subpleural gelegenen Alveolen Venenästchen hervor, die zwei bis drei, bisweilen sogar vier kleine unter der Pleura gelegene Gefässe bilden und offenbar das Substrat der vorher beschriebenen gröberen Oberflächenzeichnung darstellen. Diese Venen wenden sich plötzlich von der Peripherie aus parenchymwärts (Abb. 11). Ihre Wand ist vorerst zart und dünn. Aus der subpleuralen Bindegewebsschicht lösen sich bei Bielschowsky-Imprägnation graubraun tingierte Fasern los und legen sich, durch zartere argyrophile Fibrillen untereinander verbunden, der Venenwand an. Aus dem angrenzenden Parenchym münden weitere Venenzweige mit ebensolchen Faserzügen ein, die sich, je weiter man solche Gefässe parenchymwärts verfolgt, zu immer deutlicheren kollagenen, von elastischen Elementen durchsetzten Fasermänteln verdichten, so dass sie bei kombinierter v. Gieson-Elastinfärbung sofort auffallen. Nach längerem gesondertem Verlauf gelangen diese Pulmonalvenenäste schliesslich in den Bereich von Bronchen und Arterien.

Die feineren Verzweigungen der *Pulmonalvenen* verhalten sich in der Lunge der Fleischfresser gleich wie beim kleinen Wiederkäuer. Während Bronchulus und Arterie das Zentrum des Lobulus markieren, ist dessen Peripherie durch die Zweige der Pulmonalvenen charakterisiert, die aus den Läppchen allseitig Zuflüsse erhalten und sich zu grösseren Aesten vereinigen, die stets von reichlichem Bindegewebe begleitet sind. Die Lobulusgrenzen werden also auch hier durch die Venen angedeutet. Am klarsten präsentieren sie sich auf Läppchenquerschnitten (Abb. 12). Ungleich schwieriger jedoch ist die Begrenzung der Lobuli, wenn sie parallel zur längeren Achse getroffen sind und nicht zufällig die beiden begrenzenden Venen angeschnitten wurden. Wie bereits anlässlich der Literaturbesprechung erwähnt, hat *Miller*, 1892 und 1900, besonders eingehend auf dieses Verhalten der Venen zum Lungenläppchen hingewiesen.

Der *Lappenkern* ist charakterisiert durch die enge Beziehung zwischen Bronchus und Arterie. Die Fibrocartilaginea ist gut entwickelt und lässt ausserhalb der Knorpelscherben einen deutlichen Saum dicht gefügter Kollagenfasern erkennen. Inner- und ausserhalb der Knorpelscherben kommt es etwas zur Einlagerung von Fettzellen. Die aus dicken Kollagenfasern bestehende, von elastischen Netzen durchsetzte Adventitia der Pulmonalarterie stellt beim Hund einerseits die Verbindung mit der Fibrocartilaginea, andererseits mit dem Parenchym her. Bei der Katze gestaltet sich der Konnex zwischen Bronchus und Arterie lockerer und gerade hier sind etwa Fettzellen eingestreut (Abb. 13). Feinere Lungenvenenäste werden beim Hund meist durch etwas Parenchym von Bronchus und Arterie getrennt, grössere verlaufen zusammen mit Bronchus und Arterie (*Backman*, 1925). Bei der Katze schliessen sich bereits die kleineren Pulmonalvenen eng an die zwei anderen Elemente des Lappenkernes an.

*Dutschmann* l. c. beschreibt in der Pleura der Katze zwei geflechtartig angeordnete Schichten *glatter Muskulatur*.

Entgegen den Verhältnissen bei Wiederkäuern, Schwein und Pferd fehlt dem Lungenfell der Fleischfresser ein subpleurales arterielles Gefässnetz. Nach *Miller*, 1907, gehen aus dem Truncus bronchooesophagicus weder direkte, unter der Pleura verlaufende, noch indirekte, das Parenchym durchsetzende Aeste für den Serosenüberzug der Lunge ab. Dessen Gefässversorgung erfolgt jedoch durch Zweige der Pulmonalarterien, die über jene Ebene hinausgehen, wo sonst die Verzweigung in Kapillaren erfolgt. Erreicht ein solcher Pulmonalarterienzweig die Pleura, gibt er Gefässchen für diese ab und läuft nachher wieder parenchymwärts, um sich erst dann in Kapillaren aufzulösen (*Miller l. c.*).

*Zusammenfassend* betrachtet stellt die Lunge der Fleischfresser unter den bisher bearbeiteten Haussäugetern bezüglich Ausbildung des groben Interstitiums ein Extrem dar. Sie lässt keinerlei durch Bindegewebe bedingte Läppchenzeichnung zur Ausbildung kommen. Das grobe Stützgerüst beschränkt sich auf den Verlauf der Bronchen und Arterien einerseits und der Venen andererseits und verdichtet sich schliesslich am Lappenkern, wo es die einzelnen Elemente untereinander verbindet. Aus der Pleura treten keinerlei Septen ins Parenchym über, das interlobuläre Bindegewebe hält sich streng nur an den Verlauf von Venen, die im Lungenfell Ursprung nehmen, ins Parenchym übertreten und nach Aufnahme von Zuflüssen schliesslich mit den Bronchen und Arterien sich vereinigen, auf diesem Wege von einem immer mehr sich verdichtenden Bindegewebsmantel umgeben. Die Abgrenzung und Aufteilung des Parenchyms in Lobuli ist in der ganzen Lunge nur mit Hilfe der Venen möglich.

## E. Diskussion der Befunde

Eines der *typischen Merkmale exokriner Drüsen* zeigt sich darin, dass sie mittels Bindegewebe in teils makroskopisch, teils mikroskopisch sichtbare Gebilde (*Sublobi und Lobuli*) zerlegt werden. Der Sinn dieser Gliederung ist einerseits die Gewährleistung einer zweckmässigen, meist organspezifischen Anordnung des Gefässsystems, andererseits die Zusammenfassung verschiedener Partien des Ausführungsgangssystems zu Gebilden höherer Ordnung. Die Aufspaltung in Läppchen und deren gegenseitige Abgrenzung erfolgt durch das grobe Interstitium, auch interlobuläres Bindegewebe genannt, das aus locker angeordneten Kollagenfasern besteht mit verschieden reichlichem Gehalt an elastischen Fasern, fixen und freien Zellen, Blut- und Lymphgefässen, Nerven und ev. glatten, einzeln oder in Bündeln angeordneten Muskelzellen. Diese Art der Lobulierung trifft man in Speicheldrüsen, akzessorischen Geschlechtsdrüsen, Milchdrüse usw. In anderen Organen mit Drüsencharakter erfolgt die Abgrenzung einzelner Parenchymbezirke weniger klar etwa durch Gefässe, in deren Begleitung dann Bindegewebe mehr oder weniger reichlich auftritt. Als Beispiel sei die Niere genannt. In wieder anderen Fällen gestaltet sich die Abgrenzung bestimmter Organ-

bezirke tierartlich verschieden, wie z. B. in der Leber, im Hoden und, wie sich aus den eben geschilderten Befunden ergibt, in der Lunge.

Unter den Lungen der Haussäuger sind diesbezüglich zwei extreme Formen vertreten. Die eine ist charakterisiert durch makro- und mikroskopisch deutliche Gliederung des Parenchyms in Lobuli durch Ausbildung die Läppchen allseitig umschliessender, also wabenartig gestalteter Bindegewebsmembranen. Das ist in der Lunge des Rindes und Schweines der Fall. Die Fleischfresserlunge stellt unter den von mir genauer untersuchten Tierarten das andere Extrem dar. Eine durch Bindegewebe hervorgerufene Lobulierung fehlt hier vollständig. Die Abgrenzung der Lungenlobuli ist allein auf Grund des Gefässbildes möglich und zwar durch die interlobulär gelegenen Lungenvenenverzweigungen. Das grobe Interstitium findet sich nur in Begleitung der letzteren sowie entlang den Bronchen und Arterien. Zwischen diesen beiden gegensätzlichen Formen lassen sich die Lungen des Pferdes, der Ziege und des Schafes einordnen, die in der angegebenen Reihenfolge den Uebergang vom einen Extrem zum anderen darstellen. Während beim Pferd die Läppchenstruktur an den Spitzenlappen und an peripheren Partien des Lungenkörpers noch leidlich gut erkennbar ist, tritt sie bei der Ziege am Lobus diaphragmaticus merklich zurück und beschränkt sich beim Schaf ganz auf die Randgebiete der verschiedenen Lappen.

Sucht man unter den exokrinen Drüsen des Säugetierkörpers in Bezug auf das Verhalten des groben Bindegewebsgerüsts und damit im Zusammenhang der Läppchenstruktur nach einem *Analogon*, so bietet sich dasselbe am ehesten in der Leber, natürlich unter Würdigung der daselbst ganz anders gearteten Verhältnisse der Gefässe und des Ausführungsgangsystems. Lungen mit ausgesprochener Lobulierung finden ihre Parallele in der Leber mit deutlicher Läppchenbegrenzung, wie sie beispielsweise das Schwein erkennen lässt. In beiden Fällen wird die histologische Einheit, der Lobulus, allseitig durch Bindegewebe isoliert. Den Lungen mit unvollständiger Markierung der Läppchenbezirke entspricht der Lebertypus mit lückenhafter Begrenzung der Lobuli, wie er der Grosszahl unserer Haussäuger eigen ist. In beiden Fällen beschränkt sich das die Läppchengrenzen markierende grobe Interstitium auf den Verlauf von Gefässen, in einem Fall der Lungenvenen, im anderen der Pfortader-, Leberarterien- und Gallengangverzweigungen. Dazwischen tritt das Parenchym benachbarter Läppchen in unmittelbaren Kontakt, so dass hier eine klare Trennung der Lobulusbezirke schwierig bzw. unmöglich wird. Das gilt für die Leber, wenngleich durch die radiär angeordneten, auf die Zentralvene hin orientierten Zellbalken die Läppchengrenze je zwischen zwei benachbarten Interlobulargefässgruppen einigermaßen zuverlässig abgesteckt werden kann. In ganz besonderer Weise aber zeigt sich die Schwierigkeit in der Lunge, wo zwischen zwei benachbarten Lungenvenenästen die Zuteilung der Alveolen zum einen oder anderen Läppchen ein geradezu unmögliches Unterfangen darstellt. Die Abgrenzung der Läppchenbezirke wird in diesem Organ noch dadurch erschwert, dass der Uebergang vom knorpelhaltigen Bronchus zum knorpelfreien Bronchulus durchaus nicht bei allen Tierarten am Hilus des Lobulus

statt hat, sondern bei den einen peripherwärts ins Läppchen, bei den anderen zentralwärts gegen den Kern zu verschoben ist. Dazu kommt, dass die interlobulär verlaufenden Venenäste meist erst in einiger Entfernung vom Lobulus mit Bronchus und Arterie zusammentreffen.

Wie erklärt sich nun die tierartlich so ausserordentlich stark variierende Ausbildung des interlobulären Bindegewebes in der Säugetierlunge? Für die Leber ist dieses Problem vom vergleichend-anatomischen Standpunkt aus eingehender bearbeitet worden (Kostorz, 1936). Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass zwar in der Leber der verschiedenen Säugetiere bezüglich Bindegewebsgehalt grosse Unterschiede vorkommen, dass aber trotzdem innerhalb der einzelnen Gruppen meist eine gewisse Gesetzmässigkeit besteht und dass daselbst Schwankungen in der Menge des groben Intertitiums nur gering sind. Deutliche Läppchenzeichnung ist eine atypische Bildung, die innerhalb jeder Ordnung nur ganz bestimmten Familien eigen ist. Letztere zeichnen sich durch Merkmale primitiver Art aus. Die hoch differenzierten Familien der gleichen Ordnung zeigen stets Bindegewebsarmut und undeutliche Läppchenzeichnung.

Auch die *Domestikation* soll nach Kostorz l. c. von erheblichem Einfluss auf den Bindegewebsgehalt der Leber sein. Die domestizierten Formen weisen stets wesentlich grössere Bindegewebsmengen auf, was am Beispiel von Hase und Kaninchen einerseits, Wild- und Hausschwein andererseits gezeigt wird.

Nach Ansicht der gleichen Autorin dagegen wäre der Bindegewebsgehalt in der Leber unabhängig vom *Druck im Bauchraum und Kreislauf*. Was das *Alter* anbelangt, so verhält es sich bei den einzelnen Tieren verschieden und ist keiner bestimmten Regel unterworfen. Nach Pfuhl, 1932, variiert der Bindegewebsreichtum *in den einzelnen Lappen* der Leber, und innerhalb derselben sind die zentralen Abschnitte infolge des Vorhandenseins grösserer Gefässe und der damit verbundenen vermehrten Bindegewebsentwicklung reicher an Interstitium.

Für die Lunge fehlt bezüglich des Bindegewebsgehaltes und damit der Läppchenzeichnung eine so umfassende Bearbeitung der verschiedenen Säugetiergruppen. Es müssten die Befunde an den Lungen der Haussäuger in einen viel weiteren Rahmen gestellt werden; erst dann könnte die Frage, ob für den Bindegewebsreichtum in der Lunge ähnliche Gesichtspunkte wie in der Leber massgebend sind, beantwortet werden.

Vergleicht man die durch Bindegewebe bedingte *Deutlichkeit in der Läppchenbegrenzung* von *Leber und Lunge* einiger Haussäugetiere, so entspricht der ausgeprägten Lobulierung in der Leber des Schweines eine ebensolche auch in der Lunge. In absteigender Reihe folgen für die Leber: Rind, Pferd, Ziege und Fleischfresser (Kostorz l. c.). Mit Ausnahme des Rindes, wo ja die Läppchenzeichnung noch markanter als beim Schwein hervortritt, hat die angegebene Reihenfolge auch Gültigkeit für den Bindegewebsgehalt in der Lunge. Ob nun die Bindegewebsarmut auch in diesem Organ ein Merkmal höherer Differenzierung darstellt, lässt sich auf Grund der geringen Anzahl systematisch untersuchter Tierarten nicht entscheiden.

Was den *Einfluss der Domestikation* auf die mengenmässige Entwicklung des groben Interstitiums in Leber und Lunge anbelangt, so lässt sich auch diesbezüglich beim Schwein eine Parallele ziehen. In der Leber des Wildschweines ist das interlobuläre Bindegewebe um mehr als die Hälfte geringer ausgebildet als beim domestizierten Tier. Nach den auf makroskopischen Beobachtungen der Lungenoberfläche basierenden Angaben *Hugs*, 1934, für die Wildform, erscheint dort die Läppchenzeichnung undeutlicher als beim Hausschwein und fehlt auf der kostalen Fläche des Zwerchfellappens ganz. Aber auch hier lassen sich aus Beobachtungen an einer Tierart keine irgendwie gesicherten Schlüsse ziehen.

Wie in der Leber so scheint auch in der Lunge der Bindegewebsgehalt vom *Alter* abhängig zu sein. So ist bezüglich des Menschen bekannt, dass beim Kinde die Läppchenzeichnung deutlicher erscheint als beim Erwachsenen. Da bei meinen Untersuchungen nur ausgewachsene Tiere berücksichtigt wurden, so kann ich diesen Fragenkomplex für die tierische Lunge nicht weiter abklären. Auf Grund von Schnitten aus Lungen von Zicklein und Fohlen möchte ich annehmen, dass dort im jugendlichen Organ der Bindegewebsgehalt grösser sei. Auch nach dieser Seite hin wäre eine weitere systematische Bearbeitung der Säugetierlunge erforderlich.

Es liegt nahe, die Läppchenstruktur in der Säugerlunge mit *Kreislaufverhältnissen* in Beziehung zu bringen, wie das *Pfuhl* l. c. auch für die Leber getan hat. Zieht man das verschiedene Verhalten der Blutgefässe am Lungenlobulus in Betracht, so lassen sich unter den von mir bearbeiteten Haussäufern zwei Gruppen unterscheiden. Beim Rind und Schwein, also zwei Vertreter der Lunge mit deutlicher Läppchenzeichnung, erfolgt die Verzweigung der Lungenvenen intralobulär, bei Pferd und kleinen Wiederkäuern (Ziege und Schaf), in deren Lunge die Lobulierung nur stellenweise deutlich, grösstenteils aber stark verwischt erscheint, und bei den Fleischfressern mit ganz undeutlicher, makroskopisch überhaupt nicht feststellbarer Läppchenmarkierung gehen die Venenwurzeln nach der Peripherie des Läppchens und münden im interlobulären Bindegewebe in daselbst gelegene grössere Gefässe. Zwischen diesen beiden Gruppen steht die Lunge des Menschen, der einerseits eine deutliche Läppchenstruktur eignet, in der andererseits die Lungenvenenäste einen interlobulären Verlauf aufweisen. Eine eindeutige Beziehung zwischen der Läppchenzeichnung und dem Verlauf der Lobulusvenen lässt sich aus den eben angeführten Tatsachen nicht ermitteln.

Dasselbe kann man bezüglich der Gefässversorgung der Pleura sagen. Das Lungenfell der Fleischfresser ist dadurch charakterisiert, dass ihm ein vom Bronchalgefässsystem gespiesenes subpleurales Arteriennetz fehlt. Die Versorgung der Pleura erfolgt durch Zweige der Pulmonalarterien. Wollte man nun auf einen Zusammenhang zwischen dem Fehlen des subpleuralen Arteriennetzes und der undeutlichen oder fehlenden Läppchenzeichnung schliessen, so widerspricht dem indessen die Tatsache, dass beim Pferd dieses Arteriennetz am Zwerchfellappen in auffälliger Weise entwickelt ist, die Läppchenzeichnung dagegen an dieser Stelle eher zurücktritt.

Ueber die *funktionelle Bedeutung des groben Bindegewebsgerüsts der Lunge* gehen die Ansichten der verschiedenen Autoren erheblich auseinander; sind sie doch durch die Vorstellungen über die elastische Spannung des Lungengewebes grundlegend beeinflusst.

Nach *v. Moellendorff*, 1941, hält die Adhäsionskraft der beiden Pleurablätter das Lungengewebe in Spannung. Auf Grund von Befunden in der menschlichen Lunge gelangt derselbe Autor zum Begriff des Gesamtspannungsgerüsts, bestehend einerseits aus der Pleura pulmonalis und dem Hilus, andererseits aus dem diese beiden verbindenden System der Interlobularsepten (vergl. Literaturbesprechung).

Dem Gesamtspannungssystem in der Lunge des Menschen könnte man das die deutliche Lappchenzeichnung bedingende interlobuläre Bindegewebe in der Rinder- und Schweinelunge an die Seite stellen. Es umhüllt als Wabenwerk die Lobuli allseitig und stellt dazu eine kontinuierliche Verbindung von der Pleura zum Lappenkern dar. Letzteres muss gegenüber *v. Hayek* betont werden, der im Gesamtspannungssystem der Lunge, wie es von *v. Moellendorff* beschrieben wird, eine wesentliche Lücke darin findet, dass beim Menschen die Septa interlobularia meist nicht bis auf den Bronchus durchschneiden. Als Ueberleiter der Zugspannung von der Pleura zum Hilus kämen beim Rind und Schwein die Lungenvenen hingegen in Wegfall, da deren Wurzeln bei beiden Tierarten nicht von der Pleura aus in die Septen gelangen, sondern erst am Hilus der subpleural gelegenen Lappchen ins interlobuläre Bindegewebe eintreten. In der Lunge des Pferdes, der kleinen Wiederkäuer und der Fleischfresser würde sich dann das Gesamtspannungsgerüst vom System wabenartiger Bindegewebsmembranen fortschreitend zu einem Schwammwerk von Bindegewebszügen reduzieren, die entlang den Venen, Bronchen und Arterien verlaufen und so den Lappenkern erreichen. Mit einem als Raumgitter ausgebildeten Bindegewebsgerüst würde somit beim Fleischfresser dieselbe Aufgabe — nämlich die Ueberleitung der Zugspannung von der Pleura zum Hilus und damit die Gewährleistung der groben Entfaltung der Lunge — bewältigt, die in der Lunge des Rindes und Schweines den wabenartig entwickelten Interlobularsepten zufiele.

Nach den von *v. Hayek*, 1952, und anderen Autoren vertretenen Ansicht presst der atmosphärische Druck die Lunge an die Innenfläche des Thorax und versetzt sie in elastische Spannung. Träger der Spannung der Lunge sind vor allem die elastischen Fasern. Die die einzelnen Lobuli trennenden, vornehmlich aus lockerem Bindegewebe bestehenden Septa interlobularia der menschlichen Lunge stellen ein Gleitgewebe, eine Verschiebeschicht dar. Sie ermöglichen eine Formänderung der Lappchen, welche ihrerseits die Gestalt eines ganzen Lappens beeinflusst.

Die Deutung des interlobulären Bindegewebes als Verschiebeschicht bei den Formveränderungen der Lungenlappchen im Gefolge von In- und Expiration leuchtet ein bei Lungen mit deutlicher Lobulierung, also bei Rind und Schwein. Wie vollzieht sich aber die Verformung der Lungenlappen bei jenen Tieren, wo Lobuli und dieselben allseits begrenzende Septen entweder ganz oder in weiten Bezirken der Lunge

fehlen, wie das für die Fleischfresser einerseits, für Pferd, Ziege und Schaf andererseits zutrifft?

Weniger mit den Vorstellungen v. *Moellendorffs*, dagegen eher mit denjenigen v. *Hayeks* in Einklang zu bringen ist die Art und Weise der Verteilung des interlobulären Bindegewebes in denjenigen Lungen, die einerseits eine, wenn auch nicht immer auf den ersten Blick deutliche Läppchenzeichnung erkennen lassen, andererseits aber auch Partien mit ganz lückenhafter Lobulusbegrenzung aufweisen, wie das ja beim Pferd und bei den kleinen Wiederkäuern der Fall ist. Eine wabenartige Ausbildung der Interlobularsepten findet man diesfalls am deutlichsten am Spitzen- und Herzlappen bzw. an der Incisura cardiaca und zwar namentlich dem Margo acutus entlang und dann im Bereiche des scharfen Randes des Zwerchfellappens. Am letzteren ist eine, wenn auch nur auf die subpleuralen Lungenpartien beschränkte, Läppchenzeichnung an der Kostalfläche deutlicher als auf der Facies mediastinalis. Man kann also sagen, dass das interlobuläre Bindegewebe an den dünneren Lungenpartien reichlicher entwickelt ist, während es in Organbezirken von beträchtlicher Dicke, wie z. B. im grössten Teil des Zwerchfellappens, auf ein Minimum reduziert wird. Vielleicht lässt sich das reichlichere Interstitium an den Rändern der Lungenlappen mit der z. T. recht erheblichen Flächendehnung in Zusammenhang bringen, während ein schwammartig ausgebildetes Bindegewebsgerüst in Lungenpartien mit vorwiegender Veränderung des Dickendurchmessers den mechanischen Ansprüchen vollauf zu genügen scheint. Möglicherweise spielt in diesem Zusammenhang auch die Form des Brustkorbes eine Rolle.

Die Frage, weshalb der Gehalt der Lunge an interlobulärem Bindegewebe und damit im Zusammenhang die Deutlichkeit der Läppchenzeichnung bei den verschiedenen Tierarten und, innerhalb desselben Organes, in den einzelnen Lungenpartien so stark variiert, ist also recht komplexer Natur und kann, wie im vorigen zu zeigen versucht wurde, auf Grund unserer heutigen Kenntnisse über den Bau der Säugerylunge keineswegs eindeutig beantwortet werden.

Das *histologische Substrat* des interlobulären Bindegewebes in der Lunge der Haussäuger bilden zugfeste kollagene Fasern, durchsetzt von viel elastischen Elementen. In den Lungen oder Lungenpartien mit deutlicher Läppchenbegrenzung nehmen Septen aus der subpleuralen Schicht des Lungenfelles Ursprung und spalten aus dem Parenchym einzelne Bezirke, die Sublobi und Lobuli, ab. Intersublobar- und -lobularsepten bestehen, ihrer Herkunft aus der vorwiegend kollagenen Subserosa entsprechend, aus zugfesten, gröberen Fasern, in die Fibrozyten eingestreut und die von elastischen Fasernetzen durchsetzt und umrankt sind. Das Parenchym der Lungenläppchen wird gegen die Septen zu durch eine besonders elastische Bindegewebschicht, septale Aussenschicht oder Läppchengrenzmembran, begrenzt und nimmt durch diese mit dem Septum selber Verbindung auf. Das septale Bindegewebe verankert sich an der Fibrocartilaginea kleinerer und grösserer Bronchen und tritt dadurch in Konnex mit dem Bindegewebe des Lappenkernes. Bereits bei Rind und

Schwein lassen die Interlobularsepten stellenweise Lücken (Fensterung) erkennen, so dass die Begrenzung der Läppchen da und dort unterbrochen erscheint. Auch sonst wird die Oberfläche der so mannigfaltig gestalteten Lungenläppchen kompliziert und zwar durch Nebensepten, die gegen das Läppchenzentrum vorstossen und so eine Furchung der Lobulusoberfläche bedingen und durch Bildung röhrenartiger, den intralobulären Verlauf der Arterien und Venen charakterisierender Bindegewebshüllen. In den Lungen des Pferdes und der kleinen Wiederkäuer ist dieses die Läppchen allseitig begrenzende Interstitium nur noch stellenweise vorhanden, während ausgedehnte Parenchymbezirke eine immer undeutlichere Lobulierung erkennen lassen. Das interlobuläre Bindegewebe beschränkt sich diesfalls immer mehr auf die Kanten der aneinander grenzenden Lungenläppchen, während an den Flächen die Alveolen benachbarter Lobuli in unmittelbaren Kontakt treten. Die Verbindung von der Pleura zum Lappenkern wird durch septenartige Einstrahlungen aus der Pleura nach dem Parenchym hin hergestellt, die nach der Tiefe zu immer mehr die Form von Trabekeln annehmen und sich zusehends mehr auf den Verlauf der Venen sowie der Bronchen und Arterien beschränken. An grossen Partien des Zwerchfellappens des Schafes und in der Lunge der Fleischfresser fehlen Interlobularsepten überhaupt. Das interlobuläre Bindegewebe beschränkt sich dort auf die Venen, die aus der Pleura Ursprung nehmen und in tieferen Partien mit den Bronchen und Arterien zusammentreffen. Je grösser das Kaliber solcher Venen durch Aufnahme neuer Zuflüsse wird, umso mehr verstärkt sich der sie begleitende Mantel aus interstitiellem Bindegewebe, bis schliesslich der Lappenkern erreicht ist.

Im groben Lungeninterstitium verlaufen die kleineren und grösseren Bronchen, die fast immer von der Lungenarterie sowie von Zweigen der Bronchalarterie begleitet sind. Tierartlich verschieden ist der Gehalt an Lymphgefässen. Diese geben den Interlobularsepten der Rinderlunge das typische Gepräge und treten mit der abnehmenden Deutlichkeit der Läppchenzeichnung mehr und mehr zurück. Neben Fettzellanhäufungen und Lymphknötchen, namentlich subpleural, ist der Gehalt an glatter Muskulatur in der Pleura und im interlobulären Bindegewebe noch besonders erwähnenswert. Nach den Angaben *Dutschmanns* l. c. wäre dieser bei allen daraufhin untersuchten Tierarten recht reichlich und würde sich mit den von *Baltisberger* l. c. für den Menschen erhobenen Befunden decken. Vergleicht man die von *Behrens* l. c. auf Grund eines ungleich grösseren Untersuchungsgutes vom Menschen erzielten Ergebnisse mit den Befunden *Dutschmanns* bei Tieren, so erhebt sich die berechtigte Frage, ob nun wirklich all die Menge der vom letzteren gefundenen glatten Muskulatur der Pleura und dem interlobulären Bindegewebe zugehöre und nicht benachbarten Gefässen zuzurechnen sei.

Besonderer Erwähnung bedürfen im interlobulären Bindegewebe der Lunge die Verzweigungen der Lungenvenen. Bei der Grosszahl der von mir untersuchten Tiere (beim Pferd, bei den kleinen Wiederkäuern und Fleischfressern) verlaufen diese also zwischen den Läppchen und nehmen aus anstossenden Läppchenbezirken ihre

Zuflüsse auf. Dasselbe ist vom Menschen bekannt. Wo nun das interlobuläre Bindegewebe so weitgehend reduziert ist, dass es sich auf den Verlauf der Läppchenkanten beschränkt, können die Anschnitte von Venen mit dem sie begleitenden Bindegewebe zur Markierung der Läppchengrenzen dienen. Das gilt im besonderen für die Lunge der Fleischfresser, aber auch für die undeutlich lobulierten Organbezirke bei kleinen Wiederkäuern und Pferd. Anders verhalten sich die feineren Verzweigungen der Lungenvenen bei Rind und Schwein. Sie lassen den bevorzugt interlobulären Verlauf missen und treten mit Bronchulus und Arterie am Läppchenhilus in dasselbe ein (Rind und stellenweise Schwein) oder erreichen den Lobulus unabhängig von Bronchulus und Arterie (Schwein) und verzweigen sich vom Läppchenzentrum gegen die Peripherie hin. Von der von *Miller* beschriebenen Gefäßtopographie des Lungenläppchens gibt es demnach Abweichungen, nämlich bei Rind und Schwein und, wie *Linell* und *Löfgren* l. c. gezeigt haben, auch bei *Phocaena*, wo der Bronchulus stets allein und axial im Läppchen dahinzieht, während Arterie und Vene dicht nebeneinander und peripher am Lobulus verlaufen. Dazu kommen nach denselben Autoren aber auch beim gleichen Tier zwei Lobulustypen nebeneinander vor, so beim Seehund, wo neben Läppchen mit Bronchulus und Arterie intra- und Venen interlobulär, auch solche vorkommen, wo Bronchulus und Arterie und Vene axial verlaufen und Venen an der Peripherie vorkommen oder fehlen können. Einen ähnlichen Lobulustyp glaube ich im Zwerfellappen eines Pferdes beobachtet zu haben.

Uebrigens bin ich gerade bei der Untersuchung der Gefäßverhältnisse im Zusammenhang mit der Läppchenstruktur zur Ueberzeugung gelangt, dass die Lunge unserer Haussäugetiere auch in dieser Hinsicht noch weiterer Bearbeitung bedarf.

## F. Zusammenfassung

Nach eingehender Besprechung der einschlägigen Literatur und nach zusammenfassender Schilderung der heutigen Kenntnisse über die Lungenstruktur wird das grobe Interstitium und damit im Zusammenhang die Läppchenzeichnung in der Lunge bei Rind, Schwein, Pferd, Ziege, Schaf, Hund und Katze einer vergleichenden makro- und mikroskopischen Untersuchung unterzogen. Der Bindegewebsgehalt und damit die Deutlichkeit der Läppchenstruktur nimmt in der oben angegebenen Reihenfolge ab. Die Lunge des Rindes und Schweines mit der deutlichen Begrenzung von Lobuli im ganzen Organ durch wabenartig ausgebildete Bindegewebssepten stellt das eine Extrem dar. Die Fleischfresserlunge verkörpert das andere, indem das grobe Interstitium dort auf ein Minimum reduziert wird und sich im wesentlichen auf den Verlauf der von der Pleura aus gegen den Lappenkern zu verlaufenden Venen sowie der Bronchen und Arterien beschränkt, so dass das interlobuläre Bindegewebe zusammen mit den darin gelegenen Venen nur mehr die Läppchenkanten markiert,

während dazwischen das Parenchym benachbarter Lobuli zusammenfliesst. Den Uebergang zwischen diesen beiden Extremen stellen die Lungen des Pferdes, der Ziege und des Schafes dar, welche in abnehmender Deutlichkeit eine Läppchenstruktur am Spitzenlappen, an der Incisura cardiaca (Pferd), am Herzlappen (kleine Wiederkäuer) und entlang dem Margo acutus des Zwerchfellappens noch erkennen lassen, während der grösste Teil des letzteren nur mehr subpleural eine Septierung und zwar recht lückenhaft aufzuweisen hat, und die mehr kernwärts gelegenen Parenchympartien ein schwammartig aufgelockertes Bindegewebsgerüst besitzen mit derselben undeutlichen Läppchenbegrenzung wie beim Fleischfresser. Das grobe Interstitium besteht aus einem, aus der subserösen Schicht der Pleura herstammenden kollagen-elastischen Bindegewebe, das gegen das Läppchenparenchym hin durch eine zartere, besonders stark elastische Schicht sich absetzt. Es stellt eine Kontinuität zwischen der tierartlich und regional verschiedenartig entwickelten Pleura und dem Lungenhilus dar und zwar entweder in Form eines, die Lungenläppchen allseitig umschliessenden Wabenwerkes (Rind, Schwein) oder einer nur die Läppchenkanten markierenden Schwammstruktur (Fleischfresser) oder beider zugleich, bei ein- und derselben Tierart (Pferd und kleiner Wiederkäuer) auf verschiedene Lungenpartien verteilt. Im Zusammenhang mit der Begrenzungsmöglichkeit der Lungenläppchen wird dem Verlauf der Lungenvenenäste besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Diese markieren in der Lunge des Pferdes, der kleinen Wiederkäuer und der Fleischfresser, ähnlich wie beim Menschen, die Läppchenperipherie, verlaufen also interlobulär; bei Rind und Schwein jedoch halten sie sich an den Verlauf des Bronchulus und der Arterie oder verzweigen sich unabhängig von diesen vom Läppchenzentrum aus und liegen somit intralobulär. Für das Pferd wird das Vorhandensein eines dritten Lobulustypus vermutet und dabei auf weitere, in der Literatur erwähnte Typen hingewiesen. Unter den exokrinen Drüsen des Säugetierkörpers weist die Leber bezüglich der Läppchenzeichnung in mancher Beziehung Aehnlichkeit mit der Lunge auf. Es wird die Frage nach dem Sinn und der Bedeutung der tierartlich so verschieden deutlichen Läppchenstruktur in der Säugetierlunge erörtert.

Zum Schluss möchte ich Herrn Prof. Dr. *E. Seiferle* für die Ueberlassung des Untersuchungsmaterials, sowie für die Ermöglichung der Durchführung der Untersuchungen in seinem Institut herzlich danken. Zu grossem Dank bin ich ferner Herrn P. D. Dr. *H. Höfliger* verpflichtet für die Ueberlassung des Themas und für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse. Der Laborantin des Institutes, Fräulein *A. Rahn*, sowie dem Fakultäts-Fotografen, Herrn *A. Mahler*, danke ich für ihre wertvolle Unterstützung.

## Literaturverzeichnis

- Ackerknecht, E.:* Das Eingeweidesystem in: Ellenberger-Baum: Handbuch der vergl. Anatomie der Haustiere. Berlin 1943.
- Aloisi, M.:* Sulla struttara dei sistemi vascolari sanguiferi polmonare et epato-intestinale in rapporto alla regolazione del circolo. Arch. ital. anat. embriol. 33, 1934, 726.
- Ammann, K.:* Das Lungenemphysem des Pferdes und Rindes. Arch. f. w. und pr. Tierhlkde. 74, 1939, 348.
- Backman, G.:* Die Lungenvenen der Wirbeltiere. Lunds. Univ. Årsskr. N. Avd. 2, 33, 1937, Nr. 6.
- Les veines des poumons. Compt. rend. soc. biol. 93, 1925, 540.
- Les veines des poumons des mammifères. Compt. rend. soc. biol. 93, 1925, 809.
- Baltisberger, W.:* Ueber die glatte Muskulatur der menschlichen Lunge. Zeitschr. f. Anat. und Entw. gesch. 61, 1921, 249.
- Baumgärtner, H.:* Beitrag zur Histologie des normalen Lungenacinus des Rindes. 65, 1932, 371.
- Behrens, W.:* Anatomischer Beitrag zur Frage der Atelektase. Schw. med. Wschr. 80, 1950, 69.
- Benninghoff, A.:* Lehrbuch der Anatomie des Menschen. München-Berlin 1944.
- Bierbauer, L.:* Vergleichende Untersuchungen über das elastische Fasersystem der Lunge bei Haustieren. Közlem. összchas. élet-es kórt kör. 25, 1932, 204. Ref. Anat. Ber. 27, 1933, 325.
- Blechs Schmidt, E.:* Ueber den Konstruktionsplan der Neugeborenenlunge. Zeitschr. f. Anat. und Entw. gesch. 105, 1936, 1.
- Bossi V., G. B. Caradona, G. Spampani, L. Varaldi und U. Zimmerl.:*  
Trattato di anatomia veterinaria, Milano.
- Bronkhorst, W. und C. Dijkstra:*  
Das neuromuskuläre System der Lunge. Beitr. z. Klin. d. Tuberk. 94, 1939, 445.
- Bucher, O.:* Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. Bern 1948.
- Bugge, G.:* Zum Vorkommen von Fettgewebe in den Lungensepten des Schweines und der übrigen Schlachttiere. Berl. tierärztl. Wschr. 47, 1931, 244.
- Dubreuil, G.:* Sphincters multiples des artériols pulmonaires du boeuf. Compt. rend. soc. biol. 89, 1923, 1166.
- Gaines sereuses lymphatiques périvasculaires du poumon du boeuf. Compt. rend. soc. biol. 94, 1926, 1145.
- Dutschmann, H. H.:* Ueber die glatte Muskulatur der Lungen einiger Haussäugetiere. Diss. Dresden-Leipzig 1922.

- Ebner, V. v.:* Handbuch der Gewebelehre von A. Kölliker. Leipzig 1902.
- Felix, W.:* Topographische Anatomie der Lungen und des Brustkorbes in: Sauerbruchs Handbuch der Chirurgie der Brustorgane. Berlin 1927 und 1930.
- Fischer, A.:* Die Bronchialgefäße und ihre Anastomosen mit dem Pulmonalgefäßsystem beim Pferd. Diss. Hannover 1942.
- Gehlen, H. v.:* Neuere Auffassungen über die Retraktionskraft der Lunge und ihre anatomischen Grundlagen. Anat. Anz. Erg. H. 1938, 394.
- Der Acinus der menschlichen Lunge als elastisch-muskulöses System. Morphol. Jahrb. 85, 1940, 186.
- Guzsal, E.:* Contribution to the comparative anatomy of the bronchial tree of domestic animals. The pulmonary segments. Act. vet. acad. scient. hungar. II, 1952, 201.
- Haertel, H.:* Ueber die Bronchialgefäße und ihre Anastomosen mit den Pulmonalgefäßen bei Schaf und Ziege. Diss. Hannover 1942.
- Hass, E.:* Ueber die elastischen Netze der Pleura. Zeitschr. f. Anat. und Entw. gesch. 108, 1938, 337.
- Hasselwander, A.:* Anat. Anz. Erg. H. 78, 1934, 85.
- Hayek, H. v.:* Die Läppchen und Septa interlobularia der menschlichen Lunge. Zeitschr. f. Anat. und Entw. gesch. 110, 1940, 405.
- Die menschliche Lunge und ihre Gefäße, ihr Bau unter besonderer Berücksichtigung der Funktion. Erg. Anat. Entw. gesch. 34, 1952, 144.
- Heiss, R.:* Der Atmungsapparat in: v. Moellendorffs Handb. der mikr. Anat. des Menschen. Berlin 1936.
- Henle, J.:* Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Eingeweidelehre. 1866 und 1873.
- Herrnheiser, G. und A. Kubat:* Systematische Anatomie der Lungengefäße. Zeitschr. f. Anat. und Entw. gesch. 105, 1936, 570.
- Hug, J.:* Luftröhre und Lunge des Wildschweines. Diss. Zürich 1934.
- Husten, K.:* Ueber den Lungenacinus und den Sitz der acinösen phthisischen Prozesse. Beitr. pathol. Anat. 68, 1921, 496.
- Jordan, H. E.:* A note on the anatomy of the pulmonary arteries of mammals. Anat. rec. 5, 1911, 457.
- Kölliker, A.:* Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1852.
- Kostorz, R.:* Ueber die Läppchenabgrenzung in der Leber der Säugetiere. Anat. Anz. 83, 1936, 121.
- Krause, R.:* Vergleichende anatomisch-histologische Untersuchungen über den Bau der Schaf- und Ziegenlunge. Diss. Hannover 1921 (Ausz.).
- Küttner:* Beitrag zur Kenntnis der Kreislaufverhältnisse der Säugetierlunge. Virch. Arch. 73, 1878, 476.
- Laguesse, E. und A. d'Hardiviller:* Sur la topographie du lobule pulmonaire de l'homme. Bibl. anat. 1898, zit. n. Müller, 1907.

- Lesbre, F.-X.:* Précis d'anatomie comparée des animaux domestiques. Paris 1913—1920.
- Linell, F. und O. Löfgren:*  
Verlauf der Lungengefässe besonders des Lobulus beim Menschen und bei einigen Säugetieren. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Avd. 2, 36, 1940, Nr. 6.
- Linser, P.:* Ueber den Bau und die Entwicklung des elastischen Gewebes in der Lunge. Anat. Hefte. 13, 1900, 309.
- Loeschke, H.:* Die Morphologie des normalen und emphysematösen Acinus der Lunge. Beitr. pathol. Anat. 68, 1921, 213.
- Ludwig, H. und L. Dankwardt:*  
Ueber die Bauverschiedenheit der Lungengefässe gegenüber den Gefässen des grossen Kreislaufes. 2 Diss. Berlin 1924.
- Martin, P.:* Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1912—1923.
- Martin, P. und W. Schauder:*  
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1935.
- Mayr:* Ueber den histologischen Bau einiger Organe unserer Haustiere. 71. Vers. deutsch. Naturf. und Aerzte in München. Ref. in Monatsh. f. prakt. Tierhkd. 11, 1900, 126.
- Miller, W. S.:* The lobule of the lung and its blood-vessels. Anat. Anz. 7, 1892, 181.  
— The structure of the lung. Journ. of morphol. 8, 1893, 165.  
— The lymphatics of the lung. Anat. Anz. 12, 1896, 110.  
— Das Lungenläppchen, seine Blut- und Lymphgefässe. Arch. f. Anat. und Entw. gesch. 1900, 197.  
— The vascular supply of Pleura pulmonalis. Amer. journ. of anat. 7, 1907, 389.
- Moellendorff, W. v.:* Vortrag auf der Berner Tagung der Schweizer Anatomen. Schw. med. Wschr. Okt. 1940.  
— Beiträge zum Verständnis der Lungenkonstruktion. Zeitschr. f. Anat. und Entw. gesch. 111, 1941, 224.  
— Anatomische Beiträge zum Verständnis der Lungenarbeit. Jahresk. ärztl. Fortbildg. 32, 1941, 1.  
— Die örtliche Regulierung der Atmung und ihre gestaltlichen Grundlagen. Aschoff-Vorl. d. Freib. Med. Ges. Reihe II, H. 1, 1942.  
— Lehrbuch der Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen. Jena 1943.
- Montané, L. et E. Bourdelle:*  
Anatomie régionale des animaux domestiques. Paris 1913—1920.
- Müller, F.:* Die Eigenform der Lunge als Artdiagnostikum bei Katze und Hund. Anat. Anz. 83, 1927, 337.  
— Von der Lunge. Deutsch. tierärztl. Wschr. 46, 1938, 146.
- Müller, J.:* Zur vergleichenden Histologie der Lungen unserer Haussäugetiere. Arch. f. mikr. Anat. 69, 1907, 1.

- Patzelt, W.:* Histologie. Wien 1946.
- Pfuhl, W.:* Die Leber in: v. Moellendorffs Handb. d. mikr. Anat. des Menschen. Berlin 1932.
- Piana, G. P.:* Osservazioni comparative intorno alla struttura delle ultime diramazioni delle arterie pulmonali. Accad. d. scienz. dell'Ist. di Bologna. Ser. IV, 1, 1880, 417.
- Di una speciale disposizione della muscolatura nelle radici della vena porta del cavallo e nelle radici delle vene polmonari del bue. Monit. zool. it. 4. 1893, 60.
- Riede, P.:* Histologische Untersuchungen über den Bau der Katzenlunge. Diss. Hannover 1923.
- Rindfleisch, E.:* Lehrbuch der pathologischen Gewebelehre. Leipzig 1878.
- Rossignol:* Recherches sur la structure intime du poumon de l'homme et des principaux mammifères. Bruxelles 1847 zit. n. Müller, 1907.
- Schmaltz, R.:* Anatomie des Pferdes. Berlin 1928.
- Schulze, F. E.:* Die Lungen in: Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen. 1871 zit. n. Müller, 1907.
- Sisson, S. and J. D. Grossmann:* The anatomy of the domestic animals. Philadelphia and London 1945.
- Steinbrecher, H.:* Das nutritive Gefäßsystem der Lunge des Schweines und Verbindungen zum Pulmonalisgefäßsystem. Diss. Hannover 1942.
- Struska, J.:* Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Wien 1903.
- Sussdorf, M.:* Ueber die Lungenseuche des Rindes, speziell über den pathologischen Prozess in der Lunge der daran erkrankten Tiere. Deutsch. Zeitschr. f. Tiermed. 5, 1879, 353.
- Der Respirationsapparat in: Ellenbergers Handb. der vergl. mikr. Anat. d. Haust. Bd. 3, Berlin 1911.
- Takino, M.:* Vergleichende Studien über die histologische Struktur der Arteriae und Venae pulmonales, die Blutgefäßnerven der Lunge und die Nerven der Bronchien bei verschiedenen Tierarten, besonders über die Beziehung der Blutgefäßnerven zu den glatten Muskeln der Blutgefäße. Acta scholae med. Univ. imp. in Kioto. 15, 1953, 321.
- Töndury, G. und G. Picco:* Zur Anatomie der Schweinelunge. Vortrag auf der Berner Tagung der Schweizer Anatomen 1952.
- Trautmann, A. und J. Fiebiger:* Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. Berlin und Hamburg 1949.
- Waters, A. T. H.:* The anatomy of the human lung. London 1860 zit. n. Miller, 1900.
- Zschokke, W.:* Ueber Ossifikationen der Lunge bei Tieren. Schw. Arch. Tierhkd. 62, 1920, 1.

## Curriculum vitae

Geboren am 6. April 1923 in Effingen (Aargau) als ältester Sohn des Bürgi Isidor, besuchte ich daselbst und ab 1931 in Frick die Gemeinde- und Bezirksschule. Es folgte 1939 der Besuch des Gymnasiums an der Kantonsschule Aarau, wo ich 1944 mit der Maturität abschloss. Die Fachausbildung erhielt ich an der vet.-med. Fakultät der Universität Zürich und bestand daselbst 1949 das Staatsexamen. Vom Frühjahr 1949 bis zum Herbst 1950 war ich als Assistent und Vertreter tätig, weilte zur weiteren Ausbildung in Wien und absolvierte längeren Militärdienst. Seit September 1950 praktiziere ich als Tierarzt in Heiden.

Abb. 1. Oberflächenzeichnung am Zwerchfellappen im Bereiche des Margo actus, a) beim Rind; b) beim Schwein; c) beim Pferd (Pleura abgezogen); d) bei der Ziege; e) beim Schaf; f) beim Hund. Näheres vergl. Text.

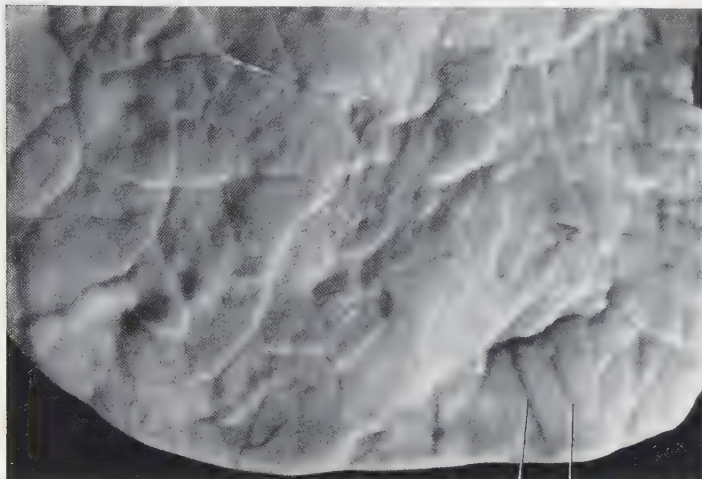


Abb. 1a

Sublobus-  
grenze  
Lobulus-  
grenze

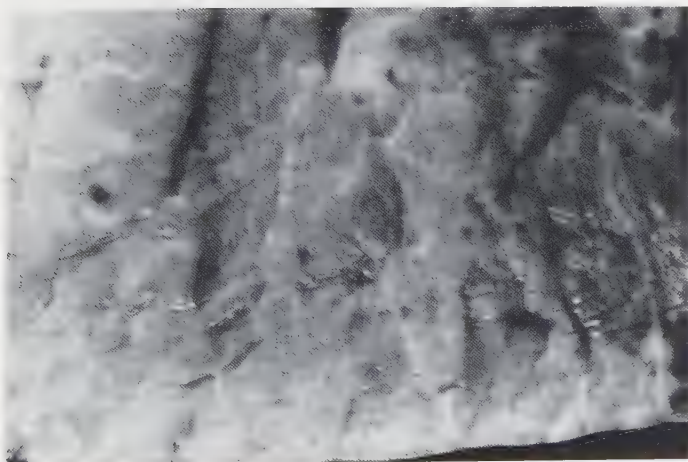


Abb. 1b

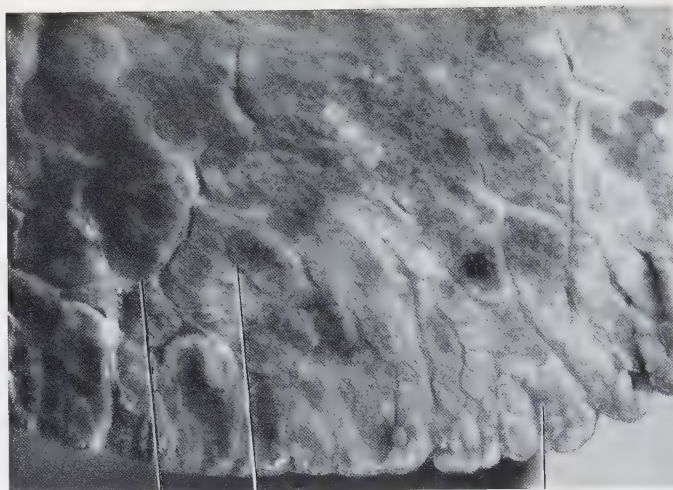


Abb. 1 c

Sublobus-  
grenze

Lobulus-  
grenze

Azinus

Septum

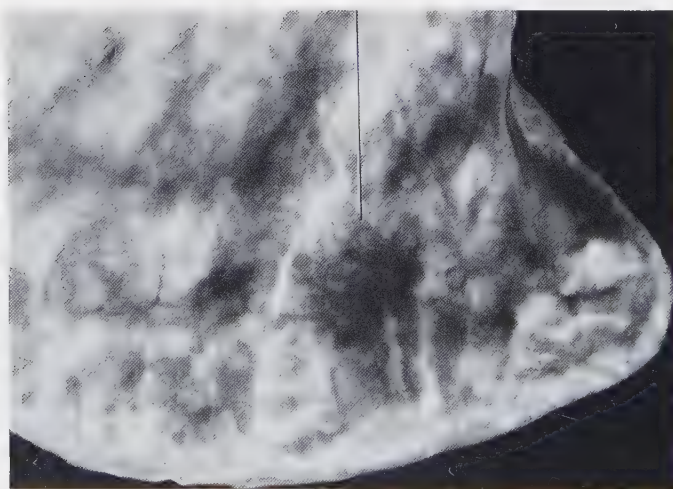


Abb. 1 d

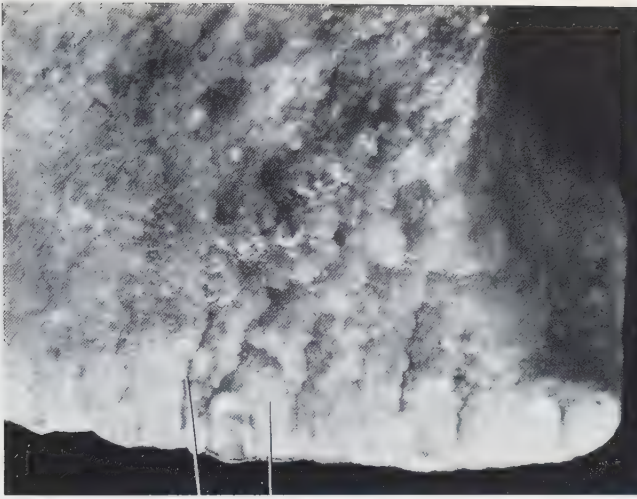


Abb. 1 e

Septum

Acinus



Abb. 1 f

Venen-  
netze

Acinus

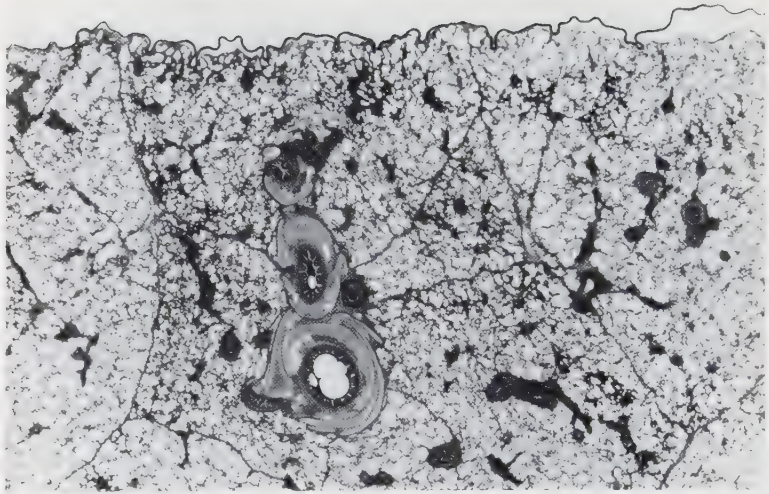


Abb. 2a. Lunge mit deutlicher Läppchenzeichnung. Zwerchfellappen des Schweines im Bereiche des Margo obtusus. Von der Pleura aus nehmen Bindegewebssepten Ursprung, anastomosieren mit tiefer gelegenen, verankern sich an der Fibrocartilaginea von Bronchen und zerlegen so das Parenchym in verschieden grosse und unregelmässig geformte Läppchen. Stellenweise lassen vereinzelte Septen Lücken erkennen. In der Mitte ein Bronchus mit mehreren konzentrisch gelagerten Knorpelscherben, rechts davon ein Ast der Pulmonalarterie. Kombinierte *van Gieson-Elastinfärbung*, ebenso in allen folgenden Abbildungen, ausgenommen Abb. 11. Vergr.  $7,2\times$ .

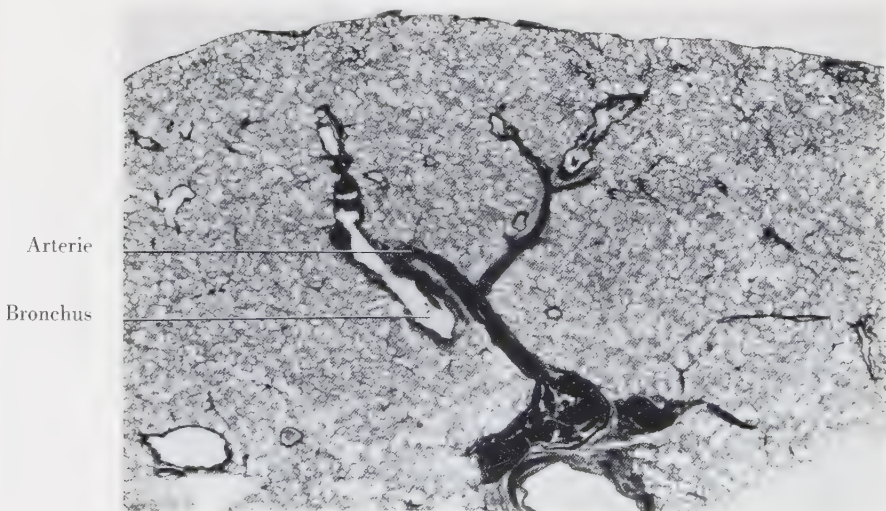
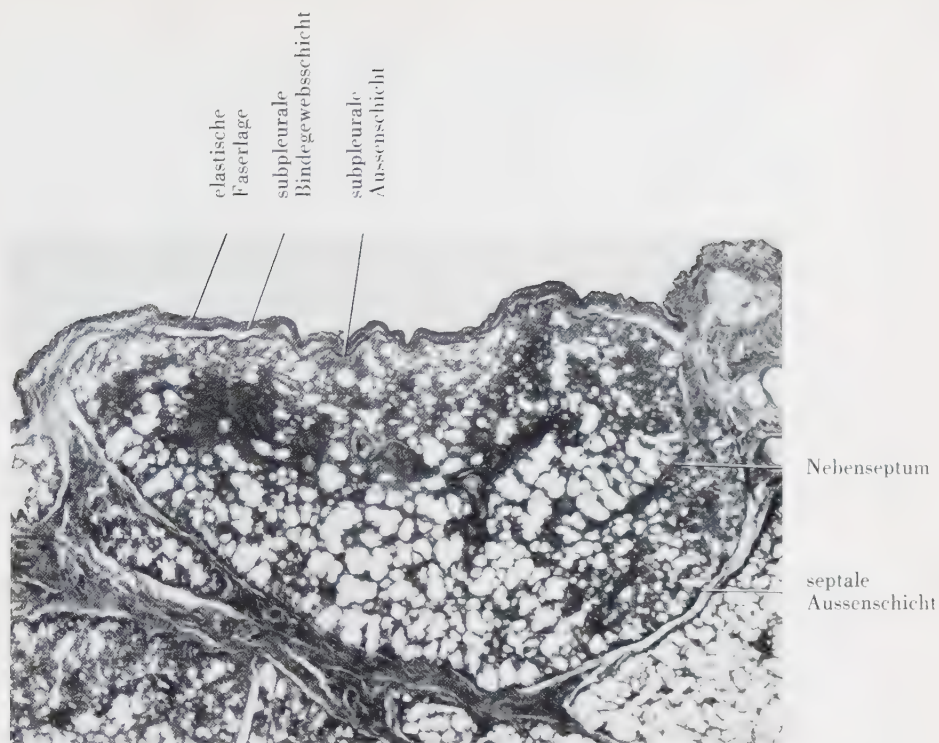
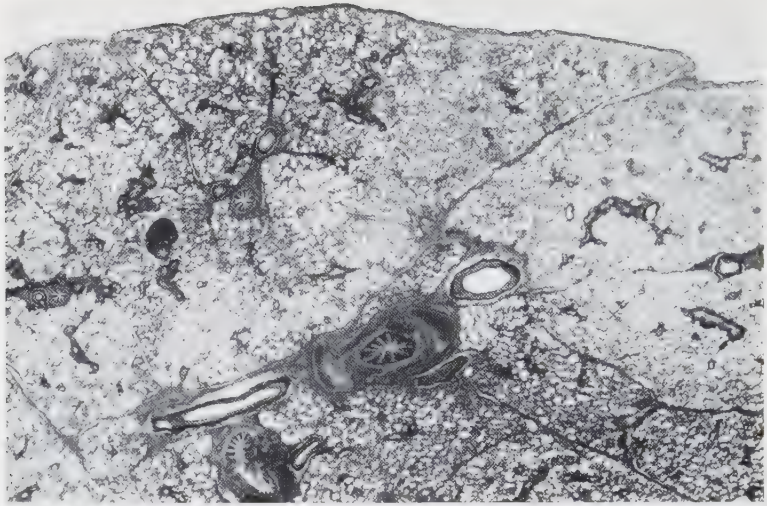


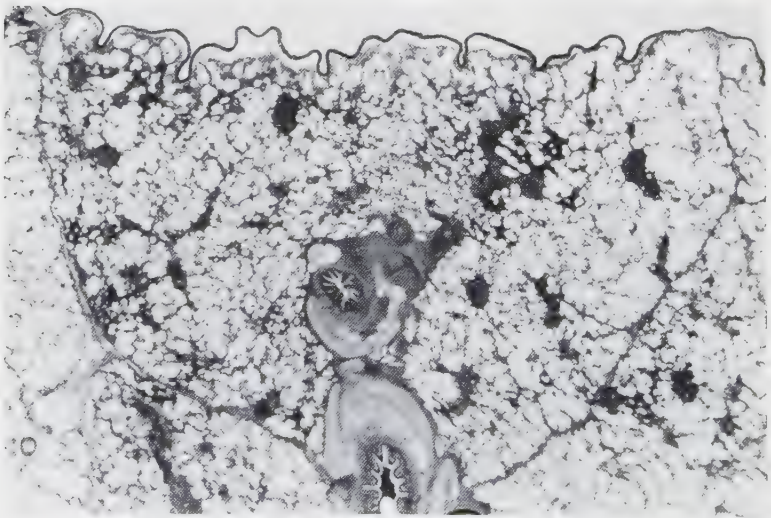
Abb. 2b. Lunge ohne Läppchenzeichnung, Zwerchfellappen der Katze im Bereiche des Margo obtusus. Eine durch Septen bedingte Läppchenstruktur fehlt vollständig. Von unten rechts ausgehend ein Bronchus mit Arterie und deren Verzweigungen. Vergr.  $7,2\times$ .



*Abb. 3.* Pleura pulmonalis mit angrenzendem Lobulus aus dem linken Herzlappen des Rindes. Vom Lungenfell deutlich erkennbar die elastische Faserlage sowie die subpleurale Bindegewebsschicht. Aus der letzteren zweigt das interlobuläre Bindegewebe ab, das zufolge reichlichen Lymphgefäßgehaltes ausgesprochen lockeren Bau zeigt. Das Parenchym des Lungenläppchens grenzt sich gegen die Subserosa durch die subpleurale Aussenschicht, gegen das septale Bindegewebe durch die septale Aussenschicht ab, die beide durch ihren Gehalt an elastischen Fasern vom angrenzenden Gewebe sich deutlich abheben. Von rechts oben dringt ein Nebenseptum ins Parenchym ein. Im Läppchen die Verzweigung des Bronchulus sowie der Arterie und Vene. Vergr. 15,5×



*Abb. 4.* Ausschnitt aus derselben Lungenpartie wie in der vorhergehenden Abb. Die lymphgefäßhaltigen, z. T. gefensterten Septen verankern sich an der Fibrocartilaginea der Bronchen oder an dem die Arterie (unten links) oder Vene (oben rechts vom Bronchus) enthaltenden, beim Rinde reichlichen peribronchalen Bindegewebe. Vergr. 5,5  $\times$ .



*Abb. 5.* Ausschnitt aus Abb. 2a bei stärkerer Vergrößerung. Subpleural gelegenes Läppchen mit Bronchulus, der noch durch Knorpelscherben gestützt ist. Rechts oben am Bronchulus zwei Arterienquerschnitte. Links zwischen Septum und Bronchulus sowie rechts und links vom Läppchenhilus in Septen gelegene Venen. Vergr. 14,5  $\times$ .

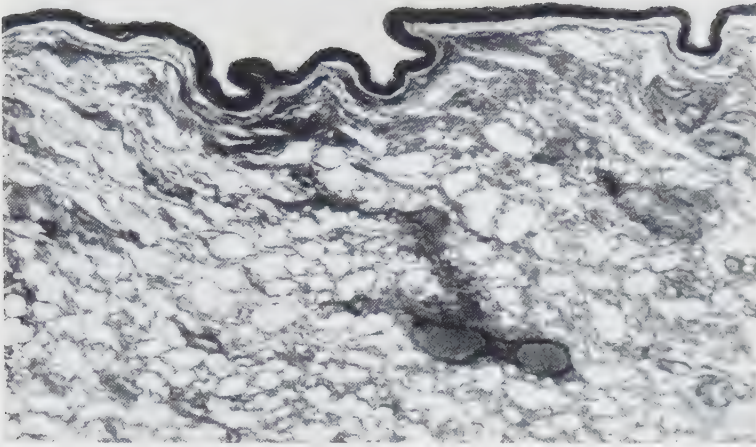


Abb. 6. Ausschnitt aus dem Zwerchfellappen des Pferdes, quer zum Margo obtusus. Auf die nur als undeutlicher Saum erkennbare Propria serosae folgt die mächtige elastische Faserschicht, die durch eine lockere Subserosa vom Lungenparenchym getrennt wird. Aus der subpleuralen Bindegewebsschicht nimmt ein Septum Ursprung und lässt sich ein Stück weit ins Lungengewebe hinein verfolgen. In seinem Scheitel erkennt man zwei Venenquerschnitte. Rechts und links vom Septum je ein Lobulusbezirk. Vergr. 25  $\times$ .

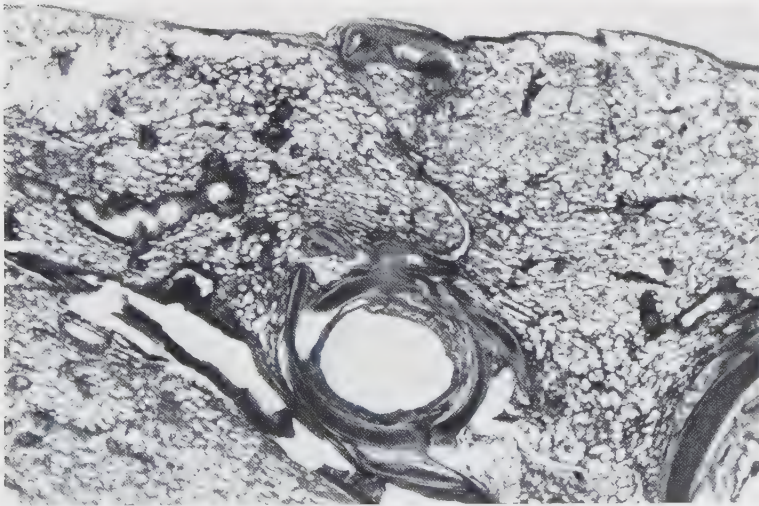
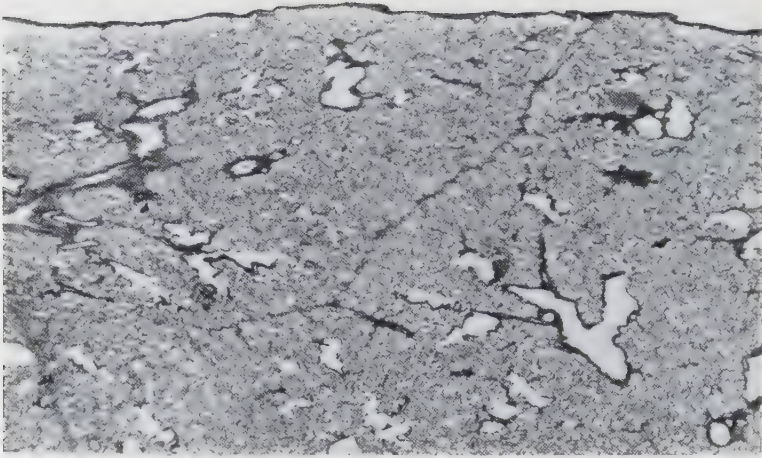
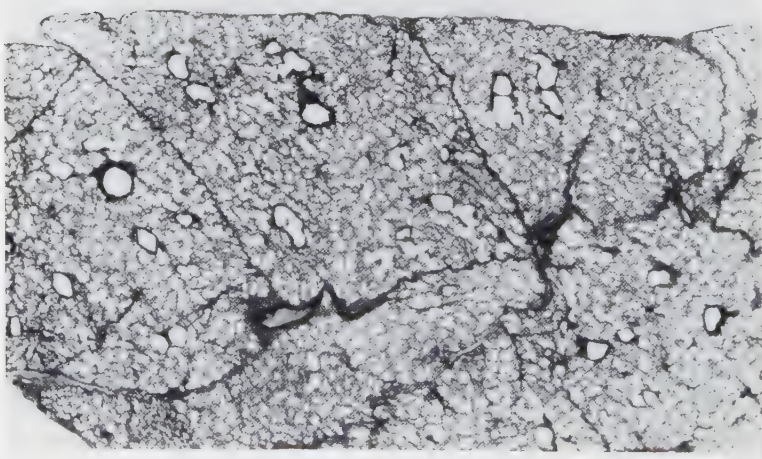


Abb. 7. Ausschnitt aus subpleuralen Lungenpartien des Spitzenlappens des Pferdes. Pleura erheblich dünner als am Zwerchfellappen. An der Abgangsstelle des Bindegewebsseptums Schiefschnitt durch einen muskelstarken Zweig des subpleuralen Arteriennetzes. In der Mitte des Septums und an der Verankerungsstelle am Bronchus Venenanschnitte. Bronchus mit Knorpelscherben und im peribronchalen Gewebe links unten der Lungenarterienast. Vergr. 8,8  $\times$ .



*Abb. 8.* Ausschnitt aus dem Zwerchfellappen der Ziegenlunge. Von der relativ starken Pleura geht ein Septum aus, das Lungenvenenanschnitte (oben und an der Abzweigung unten rechts) enthält und aus den anliegenden Läppchen Venenwurzeln aufnimmt. Septum auffallend zart und nach kurzem Verlauf und Verzweigung im Parenchym endigend. Rechts und links Lobuli mit Bronchulusverzweigungen. Vergr. 11,7  $\times$ .



*Abb. 9.* Ausschnitt aus der dem Margo acutus des Spitzenlappens benachbarten Lungenpartie des Schafes. Durch zarte, stellenweise gefensterzte Septen bedingte, relativ deutliche Lobulierung des Lungenparenchyms. Pleura dünn. Läppchen mit Bronchuli und Arterien. Septen mit Venenquer- und -schiefschnitten. Vergr. 15  $\times$ .

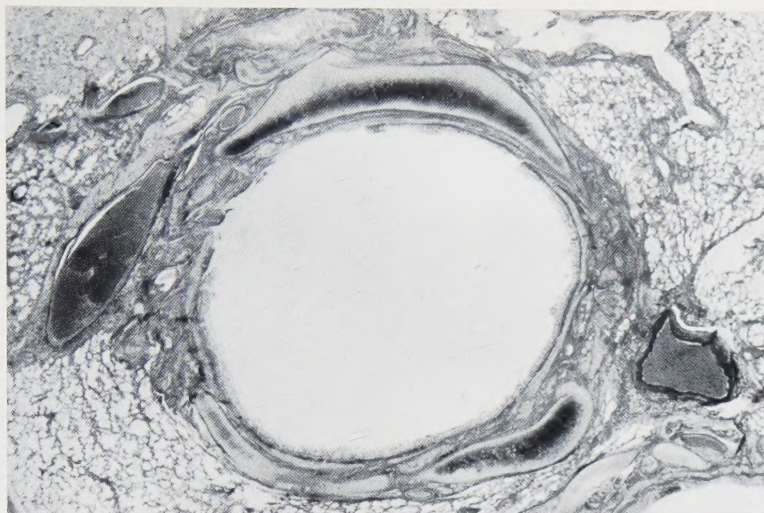


Abb. 10. Kerngebiet aus dem linken Spitzenlappen des Schafes. Bronchus mit Knorpelscherben und der diese verbindenden Fibrosa. Arterie rechts, Vene links in dem mit Fettzellen besetzten peribronchalen Gewebe. Vergr. 13,5 $\times$ .

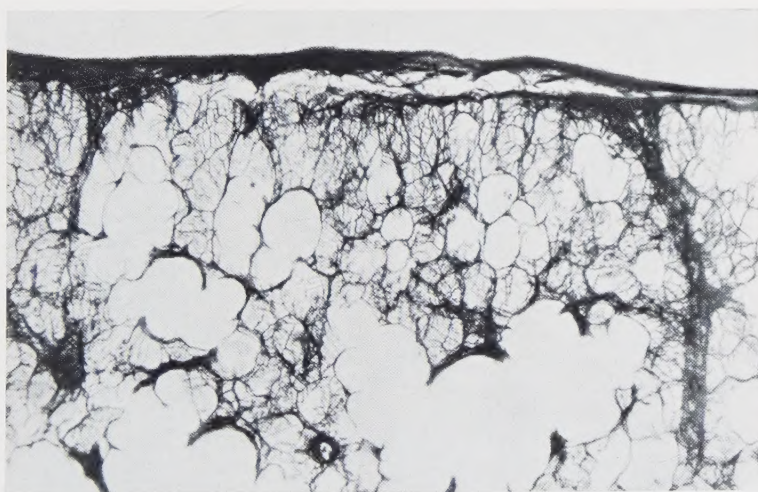
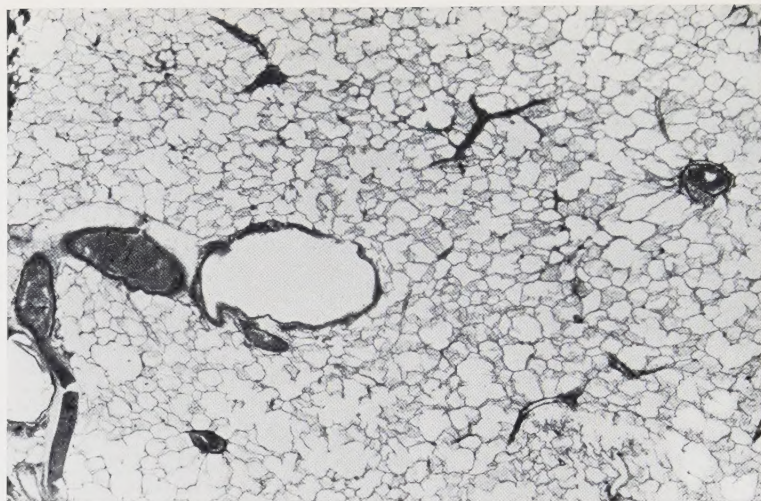
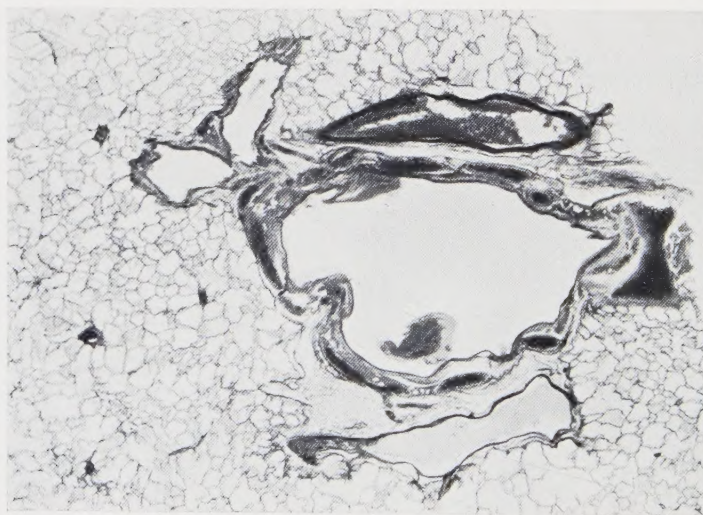


Abb. 11. Subpleurales Lungenläppchen vom Hunde bei *Bielschowsky*-Imprägnation. Aus der Pleura nehmen zwei Venen Ursprung und bilden mit dem sie begleitenden Bindegewebe die Begrenzung eines Lungenlobulus. Vergr. 62,5 $\times$ .



*Abb. 12.* Schiefschnitt durch ein Lungenläppchen der Katze im Bereiche des Margo acutus. Am Hilus des Lobulus (links) Bronchulus und Arterie eintretend. An den Läppchenkanten (oben, rechts und unten) Ausschnitte von interlobulär verlaufenden Venen. Vergr. 16  $\times$ .



*Abb. 13.* Kerngebiet aus dem Spitzenlappen der Katze. Arterie über, Vene unter dem Bronchus gelegen. Vergr. 14,5  $\times$ .



